L22DC

Proponente:
INFRASTRUCTURE
ITALIA LAND 2 S.r.l.
Via del Bosco Rinnovato, 6
20057 – Assago (MI), Italia

Progetto Nuovo Data Center Campus Siziano

VALUTAZIONE IMPATTO AMBIENTALE
ai sensi del Titolo III del d.lgs. 152/2006

Relazione Fotovoltaico MIL08A

Documento:
4553-L22-ZZ-ZZZ-TRP-EL-0039

Data
30 giugno 2026

Revisione
V.00

Tecnico
Ing. Roberto Cereda

Client	Stack
Project No.	P10500
Date	17.01.2025
Revision	P01
Reference	MIL08A-L22-XX-XX-RP-E-0001

L22

MIL08A

ELECTRICAL AND SPECIAL SYSTEM – PHOTOVOLTAIC CALCULATION REPORT

17 JANUARY 2025

PROGETTO RIBA3 PLUS

PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO
DI POTENZA NOMINALE PARI A 567,25 kW
DENOMINATO
Infrastructure Land Italia 8 - Borgo Casatico

SITO NEL COMUNE DI
Casatico
Via Casatico 23
27010 Siziano - Provincia di Pavia

COMMITTENTE:

Infrastructure Italia Land 8

-

Allegati:

- *Schema unifilare dell'impianto*;
- *Schema Planimetrico.*

DATA	**IL TECNICO**
17/01/2025	*Cereda Roberto*
	Lombardini22 SpA

SOMMARIO

DATI GENERALI DELL'IMPIANTO 4
SITO DI INSTALLAZIONE 4
DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO 4
DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO 6
EMISSIONI 6
RADIAZIONE SOLARE 7
ESPOSIZIONI 8
Data Hall 3 13
GRUPPO DI CONVERSIONE 13
DIMENSIONAMENTO 16
Cavi elettrici e cablaggi 17
Quadri elettrici 19
VERIFICHE 21
Data Hall 4 22
GRUPPO DI CONVERSIONE 22
DIMENSIONAMENTO 25
Cavi elettrici e cablaggi 26
Quadri elettrici 28
VERIFICHE 30
Data Hall 1 31
GRUPPO DI CONVERSIONE 31
DIMENSIONAMENTO 34
Cavi elettrici e cablaggi 35
Quadri elettrici 38
VERIFICHE 39
Pensilina Ovest 40
GRUPPO DI CONVERSIONE 40
DIMENSIONAMENTO 43
Cavi elettrici e cablaggi 44
Quadri elettrici 46
VERIFICHE 48
Admin Block 49
GRUPPO DI CONVERSIONE 49
DIMENSIONAMENTO 52
Cavi elettrici e cablaggi 53
Quadri elettrici 56

VERIFICHE 57
Data Hall 2 58
GRUPPO DI CONVERSIONE 58
DIMENSIONAMENTO 61
Cavi elettrici e cablaggi 62
Quadri elettrici 65
VERIFICHE 66
Parcheggio Privato ad uso Pubblico 01 67
GRUPPO DI CONVERSIONE 67
DIMENSIONAMENTO 70
Cavi elettrici e cablaggi 71
Quadri elettrici 73
VERIFICHE 75
Parcheggio Privato ad uso Pubblico 02 76
GRUPPO DI CONVERSIONE 76
DIMENSIONAMENTO 79
Cavi elettrici e cablaggi 80
Quadri elettrici 82
VERIFICHE 84
Parcheggio Privato ad uso Pubblico 03 85
GRUPPO DI CONVERSIONE 85
DIMENSIONAMENTO 88
Cavi elettrici e cablaggi 89
Quadri elettrici 93
VERIFICHE 94
PLANIMETRIA DELL'IMPIANTO 95
SCHEMA UNIFILARE DELL'IMPIANTO 96
RIFERIMENTI NORMATIVI 97
CONCLUSIONI 99

DATI GENERALI DELL'IMPIANTO

Il presente progetto è relativo alla realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica tramite conversione fotovoltaica, avente una potenza nominale di 567,25 kW e potenza di picco di 606,1 kWp.

COMMITTENTE	
Committente:	Infrastructure Italia Land 8
Indirizzo:	
Codice fiscale/Partita IVA:	
Telefono:	
Fax:	
E-mail:	

SITO DI INSTALLAZIONE

L'impianto Infrastructure Land Italia 8 - Borgo Casatico presenta le seguenti caratteristiche: Borgo Casatico - Siziano.

DATI RELATIVI ALLA LOCALITÀ DI INSTALLAZIONE	
Località:	Casatico 27010 Via Casatico 23
Latitudine:	045°18'15"N
Longitudine:	009°11'54"E
Altitudine:	97 m
Fonte dati climatici:	UNI 10349
Albedo:	31 % Asfalto invecchiato, Erba verde, ...

DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

La quantità di energia elettrica producibile sarà calcolata sulla base dei dati radiometrici di cui alla norma UNI 10349 e utilizzando i metodi di calcolo illustrati nella norma UNI 10349-1:2016.
Per gli impianti verranno rispettate le seguenti condizioni *(da effettuare per ciascun "generatore fotovoltaico", inteso come insieme di moduli fotovoltaici con stessa inclinazione e stesso orientamento)*:
in fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0,78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25.

Non sarà ammesso il parallelo di stringhe non perfettamente identiche tra loro per esposizione, e/o marca, e/o modello, e/o numero dei moduli impiegati. Ciascun modulo, infine, sarà dotato di

diodo di by-pass.
Sarà, inoltre, sempre rilevabile l'energia prodotta (cumulata) e le relative ore di funzionamento.

DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto fotovoltaico è costituito da n° 9 generatori fotovoltaici composti da n° 1276 moduli fotovoltaici e da n° 9 inverter.
La potenza di picco è di 606,1 kWp per una produzione di 646 489 kWh annui distribuiti su una superficie di 2 717,88 m².
Modalità di connessione alla rete Trifase in Media tensione con tensione di fornitura 20 000 V.

EMISSIONI

L'impianto riduce le emissioni inquinanti in atmosfera secondo la seguente tabella annuale:

Equivalenti di produzione termoelettrica	
Anidride solforosa (SO_2):	453,08 kg
Ossidi di azoto (NO_x):	570,37 kg
Polveri:	20,24 kg
Anidride carbonica (CO_2):	337,16 t

Equivalenti di produzione geotermica	
Idrogeno solforato (H_2S) (fluido geotermico):	19,81 kg
Anidride carbonica (CO_2):	3,82 t
Tonnellate equivalenti di petrolio (TEP):	120,89 TEP

RADIAZIONE SOLARE

La valutazione della risorsa solare disponibile è stata effettuata in base alla Norma UNI 10349, prendendo come riferimento la località che dispone dei dati storici di radiazione solare nelle immediate vicinanze di Casatico.

TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE SUL PIANO ORIZZONTALE

Mese	Totale giornaliero [MJ/m^2]	Totale mensile [MJ/m^2]
Gennaio	5,39	167,09
Febbraio	7,96	222,88
Marzo	12,34	382,54
Aprile	16,3	489
Maggio	18,07	560,17
Giugno	24,07	722,1
Luglio	22,29	690,99
Agosto	17,36	538,16
Settembre	16,57	497,1
Ottobre	8,08	250,48
Novembre	3,87	116,1
Dicembre	3,91	121,21

TABELLA PRODUZIONE ENERGIA

Mese	Totale giornaliero [kWh]	Totale mensile [kWh]
Gennaio	707,038	21918,187
Febbraio	1067,177	29880,957
Marzo	1656,211	51342,548
Aprile	2227,356	66820,669
Maggio	2486,959	77095,737
Giugno	3267,272	98018,173
Luglio	3033,558	94040,309
Agosto	2376	73656,004
Settembre	2188,916	65667,479
Ottobre	1108,026	34348,796
Novembre	561,835	16855,05
Dicembre	543,392	16845,163

ESPOSIZIONI

L'impianto fotovoltaico è composto da 9 generatori distribuiti su 2 esposizioni come di seguito definite:

Descrizione	Tipo installazione	Orient.	Inclin.	Ombr.
Building 17° Ovest Tilt 5°	Inclinazione fissa	17°	5°	0 %
Parcheggio 17° Ovest Tilt 0°	Inclinazione fissa	17°	0°	0 %

Building 17° Ovest Tilt 5°

Building 17° Ovest Tilt 5° sarà esposta con un orientamento di 17,00° (azimut) rispetto al sud ed avrà un'inclinazione rispetto all'orizzontale di 5,00° (tilt).
La produzione di energia dell'esposizione Building 17° Ovest Tilt 5° è condizionata da alcuni fattori di ombreggiamento che determinano una riduzione della radiazione solare nella misura del 0 %.

DIAGRAMMA DI OMBREGGIAMENTO

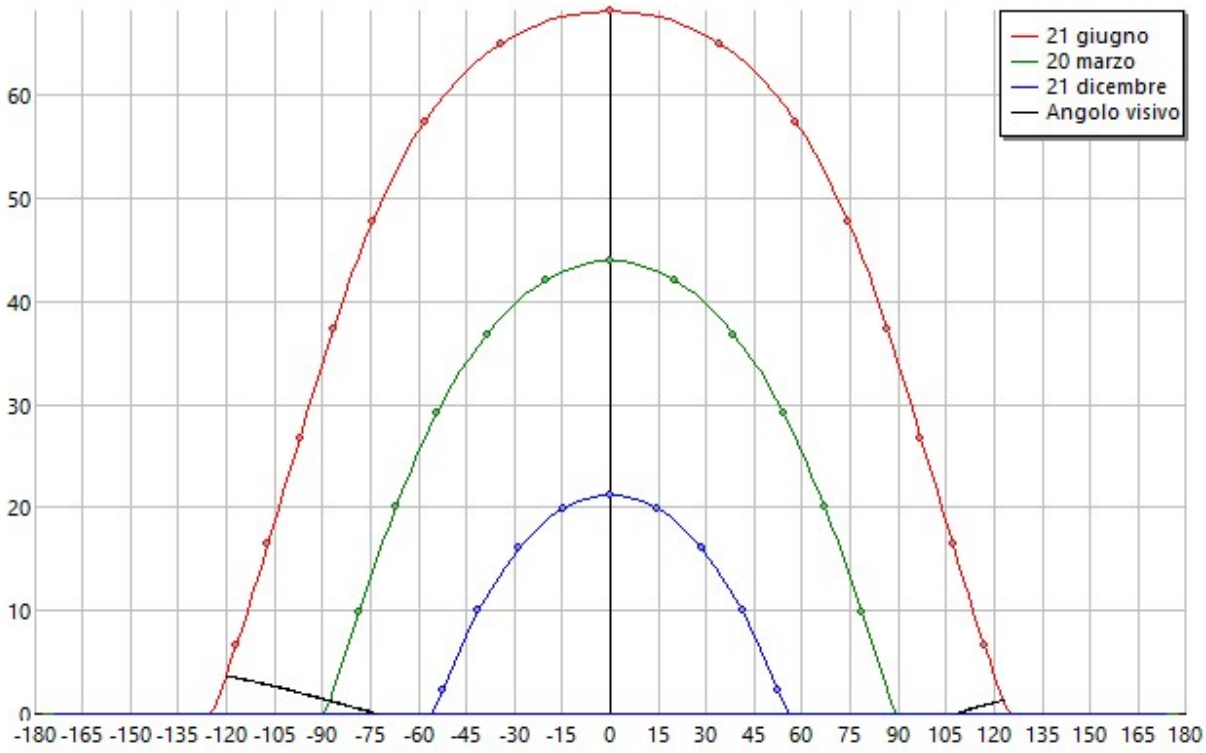


DIAGRAMMA RADIAZIONE SOLARE

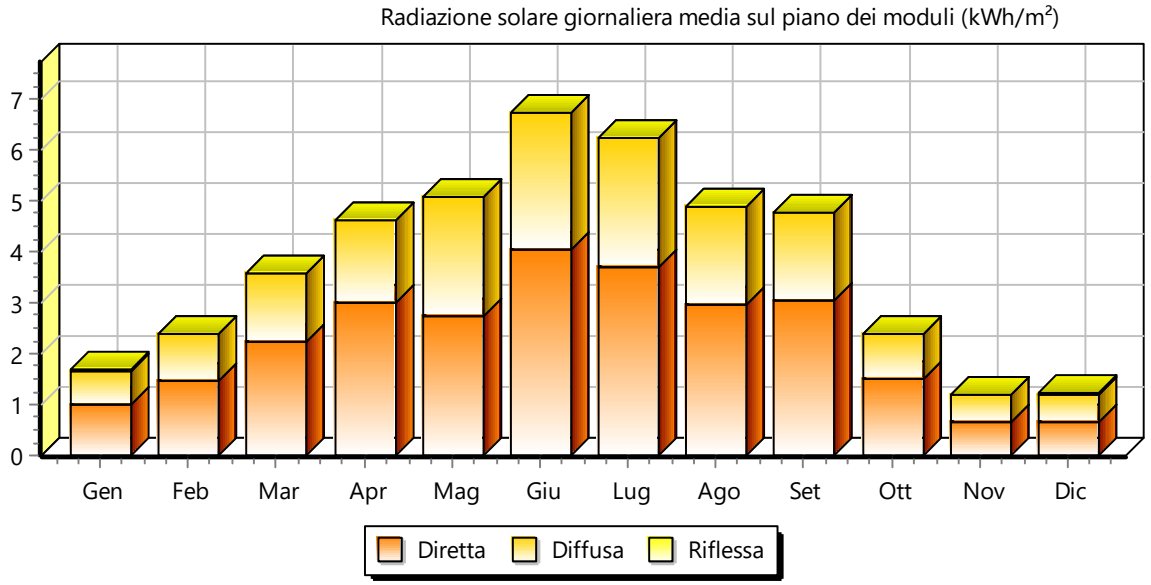


TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE

Mese	Radiazione Diretta [kWh/m²]	Radiazione Diffusa [kWh/m²]	Radiazione Riflessa [kWh/m²]	Totale giornaliero [kWh/m²]	Totale mensile [kWh/m²]
Gennaio	1,005	0,671	0,001	1,677	51,978
Febbraio	1,457	0,926	0,001	2,384	66,755
Marzo	2,234	1,347	0,002	3,584	111,093
Aprile	3,014	1,622	0,003	4,639	139,164
Maggio	2,734	2,34	0,003	5,077	157,383
Giugno	4,065	2,678	0,004	6,747	202,401
Luglio	3,693	2,559	0,004	6,256	193,934
Agosto	2,986	1,919	0,003	4,908	152,136
Settembre	3,04	1,727	0,003	4,77	143,094
Ottobre	1,495	0,898	0,001	2,395	74,244
Novembre	0,655	0,524	0,001	1,179	35,378
Dicembre	0,648	0,566	0,001	1,214	37,649

STRUTTURE DI SOSTEGNO

I moduli verranno montati su dei supporti in acciaio zincato con inclinazione di 5°, avranno tutti la medesima esposizione. Gli ancoraggi della struttura dovranno resistere a raffiche di vento fino alla velocità di 120 km/h.

Parcheggio 17° Ovest Tilt 0°

Parcheggio 17° Ovest Tilt 0° sarà esposta con un orientamento di 17,00° (azimut) rispetto al sud ed avrà un'inclinazione rispetto all'orizzontale di 0,00° (tilt).
La produzione di energia dell'esposizione Parcheggio 17° Ovest Tilt 0° è condizionata da alcuni fattori di ombreggiamento che determinano una riduzione della radiazione solare nella misura del 0 %.

DIAGRAMMA DI OMBREGGIAMENTO

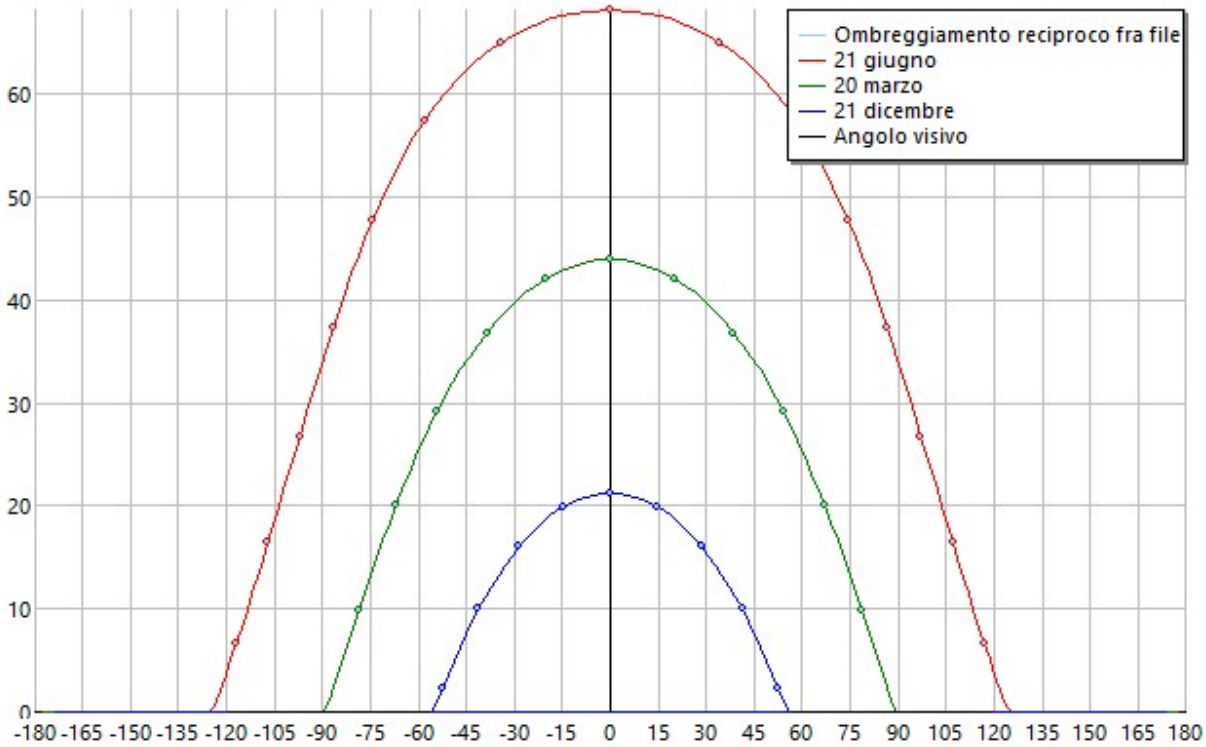


DIAGRAMMA RADIAZIONE SOLARE

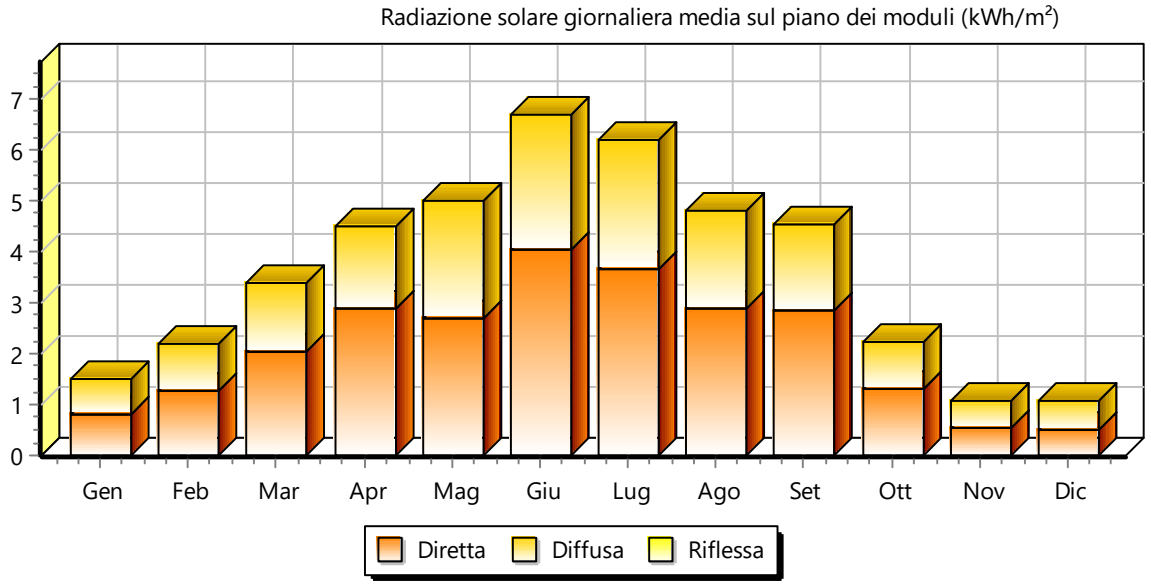


TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE

Mese	Radiazione Diretta [kWh/m²]	Radiazione Diffusa [kWh/m²]	Radiazione Riflessa [kWh/m²]	Totale giornaliero [kWh/m²]	Totale mensile [kWh/m²]
Gennaio	0,82	0,672	0	1,492	46,246
Febbraio	1,266	0,928	0	2,194	61,427
Marzo	2,048	1,35	0	3,398	105,336
Aprile	2,88	1,625	0	4,505	135,153
Maggio	2,68	2,344	0	5,024	155,747
Giugno	4,032	2,683	0	6,716	201,467
Luglio	3,645	2,564	0	6,209	192,482
Agosto	2,887	1,922	0	4,809	149,075
Settembre	2,836	1,731	0	4,567	137,007
Ottobre	1,325	0,9	0	2,225	68,98
Novembre	0,545	0,525	0	1,07	32,088
Dicembre	0,517	0,567	0	1,084	33,608

STRUTTURE DI SOSTEGNO

I moduli verranno montati su dei supporti in acciaio zincato con inclinazione di 0°, avranno tutti la medesima esposizione. Gli ancoraggi della struttura dovranno resistere a raffiche di vento fino alla velocità di 120 km/h.

Data Hall 3

Il generatore è composto da n° 119 moduli del tipo Silicio monocristallino con una vita utile stimata di oltre 20 anni e degradazione della produzione dovuta ad invecchiamento del 0,8 % annuo.

CARATTERISTICHE DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO	
Numero di moduli:	119
Numero inverter:	1
Potenza nominale:	50 kW
Potenza di picco:	56,525 kWp
Performance ratio:	79,4 %

DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI	
Costruttore:	SUNPOWER
Serie / Sigla:	MAXEON 6 SPR-MAX6-475-COM
Tecnologia costruttiva:	Silicio monocristallino
Caratteristiche elettriche	
Potenza massima:	475 Wp
Rendimento:	22,3 %
Tensione nominale:	43,9 V
Tensione a vuoto:	52,6 V
Corrente nominale:	10,8 A
Corrente di corto circuito:	11,6 A
Dimensioni	
Dimensioni:	1039 mm x 2047 mm
Peso:	22,7 kg

I valori di tensione alle varie temperature di funzionamento (minima, massima e d'esercizio) rientrano nel range di accettabilità ammesso dall'inverter.

La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici è messa a terra mediante appositi scaricatori di sovratensione con indicazione ottica di fuori servizio, al fine di garantire la protezione dalle scariche di origine atmosferica.

GRUPPO DI CONVERSIONE

Il gruppo di conversione è composto dai convertitori statici (Inverter).
Il convertitore c.c./c.a. utilizzato è idoneo al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto.

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 0-21 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza)
- Ingresso lato cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT.
- Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.
- Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 0-21 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.
- Conformità marchio CE.
- Grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico (IP65).
- Dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto.
- Campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore FV.
- Efficienza massima >= 90% al 70% della potenza nominale.

Il gruppo di conversione è composto da 1 inverter.

Dati costruttivi degli inverter	
Costruttore:	FRONIUS INTERNATIONAL
Serie / Sigla:	TAURO TAURO ECO 50-3-P
Inseguitori:	1
Ingressi per inseguitore:	14
Caratteristiche elettriche	
Potenza nominale:	50 kW
Potenza massima:	51,3 kW
Potenza massima per inseguitore:	51,3 kW
Tensione nominale:	1000 V
Tensione massima:	1000 V
Tensione minima per inseguitore:	200 V
Tensione massima per inseguitore:	1000 V
Tensione nominale di uscita:	400 Vac
Corrente nominale:	87,5 A
Corrente massima:	87,5 A
Corrente massima per inseguitore:	87,5 A
Rendimento:	0,98

Inverter 1	**MPPT 1**
Moduli in serie:	17
Stringhe in parallelo:	7
Esposizioni:	Building 17° Ovest Tilt 5°
Tensione di MPP (STC):	746,3 V
Numero di moduli:	119

DIMENSIONAMENTO

La potenza di picco del generatore è data da:

P = Pmodulo * N°moduli = 475 Wp * 119 = 56,525 kWp

L'energia totale prodotta dall'impianto alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m² a 25°C di temperatura) si calcola come:

Esposizione	N° moduli	Radiazione solare [kWh/m²]	Energia [kWh]
Building 17° Ovest Tilt 5°	119	1 365,21	77 168,39

E = En * (1-Disp) = 57304,5 kWh

dove
Disp = Perdite di potenza ottenuta da

Perdite per ombreggiamento:	11,3 %
Perdite per aumento di temperatura:	3,4 %
Perdite di mismatching:	5,0 %
Perdite in corrente continua:	1,5 %
Altre perdite (sporcizia, tolleranze...):	5,0 %
Perdite per conversione:	2,5 %
Perdite totali:	25,7 %

TABELLA PERDITE PER OMBREGGIAMENTO

Mese	Senza ostacoli [kWh]	Produzione reale [kWh]	Perdita [kWh]
Gennaio	2459,9	2096,4	-14,8 %
Febbraio	3159,3	2761,0	-12,6 %
Marzo	5257,6	4606,7	-12,4 %
Aprile	6586,1	5878,1	-10,8 %
Maggio	7448,4	6871,0	-7,8 %
Giugno	9578,9	8434,0	-12,0 %
Luglio	9178,2	8167,1	-11,0 %
Agosto	7200,1	6506,1	-9,6 %
Settembre	6772,1	5478,1	-19,1 %
Ottobre	3513,7	3211,8	-8,6 %
Novembre	1674,3	1646,0	-1,7 %
Dicembre	1781,8	1648,3	-7,5 %
Anno	64610,4	57304,5	-11,3 %

CAVI ELETTRICI E CABLAGGI

Il cablaggio elettrico avverrà per mezzo di cavi con conduttori isolati in rame con le seguenti prescrizioni:

- Sezione delle anime in rame calcolate secondo norme CEI-UNEL/IEC
- Tipo FG21 se in esterno o FG16 se in cavidotti su percorsi interrati
- Tipo FS17 se all'interno di cavidotti di edifici

Inoltre i cavi saranno a norma CEI 20-13, CEI20-22II e CEI 20-37 I, marchiatura I.M.Q., colorazione delle anime secondo norme UNEL.
Per non compromettere la sicurezza di chi opera sull'impianto durante la verifica o l'adeguamento o la manutenzione, i conduttori avranno la seguente colorazione:

- Conduttori di protezione: giallo-verde (obbligatorio)
- Conduttore di neutro: blu chiaro (obbligatorio)
- Conduttore di fase: grigio / marrone
- Conduttore per circuiti in C.C.: chiaramente siglato con indicazione del positivo con "+" e del negativo con "–"

Come è possibile notare dalle prescrizioni sopra esposte, le sezioni dei conduttori degli impianti fotovoltaici sono sicuramente sovradimensionate per le correnti e le limitate distanze in gioco.
Con tali sezioni la caduta di potenziale viene contenuta entro il 2% del valore misurato da qualsiasi modulo posato al gruppo di conversione.

Cablaggio: **Stringa - Q. Campo**

Descrizione	Valore
Identificazione:	1x6 H1Z2Z2-K 1 KV - rosso 1x6 H1Z2Z2-K 1 KV - nero
Lunghezza complessiva:	100 m
Lunghezza di dimensionamento:	100 m
Circuiti in prossimità:	7
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	13 - cavi unipolari con guaina, con o senza armatura su passerelle perforate
Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Unipolare
Materiale:	Rame
Designazione:	H1Z2Z2-K
Tipo di isolante:	HEPR
Formazione:	2x(1x6)
N° conduttori positivo/fase:	1
Sez. positivo/fase:	6 mm²
N° conduttori negativo/neutro:	1
Sez. negativo/neutro:	6 mm²
N° conduttori PE:	
Sez. PE:	
Tensione nominale:	746,3 V

Corrente d'impiego:	10,8 A
Corrente di c.c. moduli	69,4 A

Cablaggio: **Q. Campo - Q. Inverter**

Descrizione	Valore
Identificazione:	FG16OM16 0.6/1 kV - 2X10
Lunghezza complessiva:	60 m
Lunghezza di dimensionamento:	60 m
Circuiti in prossimità:	61
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	13 - cavi multipolari con o senza armatura su passerelle perforate
Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Multipolare
Materiale:	Rame
Designazione:	FG16OM16 0.6/1 kV
Tipo di isolante:	HEPR
Formazione:	2x10
N° conduttori positivo/fase:	1
Sez. positivo/fase:	10 mm²
N° conduttori negativo/neutro:	1
Sez. negativo/neutro:	10 mm²
N° conduttori PE:	
Sez. PE:	
Tensione nominale:	746,3 V
Corrente d'impiego:	10,8 A
Corrente di c.c. moduli	69,4 A

Cablaggio: **Q. Inverter - Q. Misura**

Descrizione	Valore
Identificazione:	FG16M16 0.6/1 kV - 1X50 FG16M16 0.6/1 kV - 1X35 FG17 450/750V - 1X35 giallo/verde
Lunghezza complessiva:	100 m
Lunghezza di dimensionamento:	100 m
Circuiti in prossimità:	6
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	13 - cavi unipolari con guaina, con o senza armatura su passerelle perforate
Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Unipolare

Materiale:	Rame
Designazione:	FG16M16 0.6/1 kV
Tipo di isolante:	HEPR
Formazione:	3x(1x50)+1x35+1G35
N° conduttori positivo/fase:	1
Sez. positivo/fase:	50 mm²
N° conduttori negativo/neutro:	1
Sez. negativo/neutro:	35 mm²
N° conduttori PE:	1
Sez. PE:	35 mm²
Tensione nominale:	400 V
Corrente d'impiego:	72,2 A

Cablaggio: **Q. Misura - Cabina BT/MT**

Descrizione	Valore
Identificazione:	
Lunghezza complessiva:	100 m
Lunghezza di dimensionamento:	100 m
Circuiti in prossimità:	6
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	13 - cavi unipolari con guaina, con o senza armatura su passerelle perforate
Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Unipolare
Materiale:	Rame
Designazione:	FG16M16 0.6/1 kV
Tipo di isolante:	HEPR
Formazione:	3x(4x185)+2x185+2G185
N° conduttori positivo/fase:	4
Sez. positivo/fase:	185 mm²
N° conduttori negativo/neutro:	2
Sez. negativo/neutro:	185 mm²
N° conduttori PE:	2
Sez. PE:	185 mm²
Tensione nominale:	400 V
Corrente d'impiego:	829,9 A

QUADRI ELETTRICI

- **Quadro di campo lato corrente continua**
  Si prevede di installare un quadro a monte di ogni convertitore per il collegamento in parallelo delle stringhe, il sezionamento, la misurazione e il controllo dei dati in uscita dal generatore.

- **Quadro di parallelo lato corrente alternata**
  Si prevede di installare un quadro di parallelo in alternata all'interno di in una cassetta posta a valle dei convertitori statici per la misurazione, il collegamento e il controllo delle grandezze in uscita dagli inverter. All'interno di tale quadro, sarà inserito il sistema di interfaccia alla rete e il contatore in uscita della Società distributrice dell'energia elettrica .

SEPARAZIONE GALVANICA E MESSA A TERRA

Deve essere prevista la separazione galvanica tra la parte in corrente continua dell'impianto e la rete; tale separazione può essere sostituita da una protezione sensibile alla corrente continua se la potenza complessiva di produzione non supera i 20 kW.
Soluzioni tecniche diverse da quelle sopra suggerite, sono adottabili, purché nel rispetto delle norme vigenti e della buona regola dell'arte.
Il campo fotovoltaico sarà gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra. Le stringhe saranno, costituite dalla serie di singoli moduli fotovoltaici e singolarmente sezionabili, provviste di diodo di blocco e di protezioni contro le sovratensioni.
Ai fini della sicurezza, se la rete di utente o parte di essa è ritenuta non idonea a sopportare la maggiore intensità di corrente disponibile (dovuta al contributo dell'impianto fotovoltaico), la rete stessa o la parte interessata dovrà essere opportunamente protetta.
La struttura di sostegno verrà regolarmente collegata all'impianto di terra esistente.

SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO (SCM)

Il sistema di controllo e monitoraggio, permette per mezzo di un computer ed un software dedicato, di interrogare in ogni istante l'impianto al fine di verificare la funzionalità degli inverter installati con la possibilità di visionare le indicazioni tecniche (Tensione, corrente, potenza etc..) di ciascun inverter.
E' possibile inoltre leggere nella memoria eventi del convertitore tutte le grandezze elettriche dei giorni passati.

VERIFICHE

Al termine dei lavori l'installatore dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche tecnico-funzionali:

- corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete, ecc.);
- continuità elettrica e connessioni tra moduli;
- messa a terra di masse e scaricatori;
- isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;

L'impianto deve essere realizzato con componenti che in fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0, 78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25.

Il generatore Data Hall 3 soddisfa le seguenti condizioni:

Limiti in tensione

Tensione minima Vn a 70,00 °C (650,1 V) maggiore di Vmpp min. (200,0 V)

Tensione massima Vn a -10,00 °C (821,1 V) inferiore a Vmpp max. (1000,0 V)

Tensione a vuoto Vo a -10,00 °C (969,0 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1000,0 V)

Tensione a vuoto Vo a -10,00 °C (969,0 V) inferiore alla tensione max. di isolamento (1500,0 V)

Limiti in corrente

Corrente massima di ingresso riferita a Isc (81,0 A) inferiore alla corrente massima inverter (87,5 A)

Limiti in potenza

Dimensionamento in potenza (110,2%) compreso tra 80,0% e il 120,0%

Data Hall 4

Il generatore è composto da n° 168 moduli del tipo Silicio monocristallino con una vita utile stimata di oltre 20 anni e degradazione della produzione dovuta ad invecchiamento del 0,8 % annuo.

CARATTERISTICHE DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO	
Numero di moduli:	168
Numero inverter:	1
Potenza nominale:	75 kW
Potenza di picco:	79,8 kWp
Performance ratio:	79,4 %

DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI	
Costruttore:	SUNPOWER
Serie / Sigla:	MAXEON 6 SPR-MAX6-475-COM
Tecnologia costruttiva:	Silicio monocristallino
Caratteristiche elettriche	
Potenza massima:	475 Wp
Rendimento:	22,3 %
Tensione nominale:	43,9 V
Tensione a vuoto:	52,6 V
Corrente nominale:	10,8 A
Corrente di corto circuito:	11,6 A
Dimensioni	
Dimensioni:	1039 mm x 2047 mm
Peso:	22,7 kg

I valori di tensione alle varie temperature di funzionamento (minima, massima e d'esercizio) rientrano nel range di accettabilità ammesso dall'inverter.

La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici è messa a terra mediante appositi scaricatori di sovratensione con indicazione ottica di fuori servizio, al fine di garantire la protezione dalle scariche di origine atmosferica.

GRUPPO DI CONVERSIONE

Il gruppo di conversione è composto dai convertitori statici (Inverter).
Il convertitore c.c./c.a. utilizzato è idoneo al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto.

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 0-21 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza)
- Ingresso lato cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT.
- Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.
- Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 0-21 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.
- Conformità marchio CE.
- Grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico (IP65).
- Dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto.
- Campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore FV.
- Efficienza massima >= 90% al 70% della potenza nominale.

Il gruppo di conversione è composto da 1 inverter.

Dati costruttivi degli inverter	
Costruttore:	FRONIUS INTERNATIONAL
Serie / Sigla:	AGILO AGILO 75.0-3 OUTD (2016)
Inseguitori:	1
Ingressi per inseguitore:	4
Caratteristiche elettriche	
Potenza nominale:	75 kW
Potenza massima:	77,5 kW
Potenza massima per inseguitore:	77,5 kW
Tensione nominale:	460 V
Tensione massima:	950 V
Tensione minima per inseguitore:	460 V
Tensione massima per inseguitore:	820 V
Tensione nominale di uscita:	400 Vac
Corrente nominale:	170 A
Corrente massima:	170 A
Corrente massima per inseguitore:	170 A
Rendimento:	0,97

Inverter 1	**MPPT 1**
Moduli in serie:	14
Stringhe in parallelo:	12
Esposizioni:	Building 17° Ovest Tilt 5°
Tensione di MPP (STC):	614,6 V
Numero di moduli:	168

DIMENSIONAMENTO

La potenza di picco del generatore è data da:

P = Pmodulo * N°moduli = 475 Wp * 168 = 79,8 kWp

L'energia totale prodotta dall'impianto alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m² a 25°C di temperatura) si calcola come:

Esposizione	N° moduli	Radiazione solare [kWh/m²]	Energia [kWh]
Building 17° Ovest Tilt 5°	168	1 365,21	108 943,6

E = En * (1-Disp) = 84456,6 kWh

dove
Disp = Perdite di potenza ottenuta da

Perdite per ombreggiamento:	6,6 %
Perdite per aumento di temperatura:	3,4 %
Perdite di mismatching:	5,0 %
Perdite in corrente continua:	1,5 %
Altre perdite (sporcizia, tolleranze...):	5,0 %
Perdite per conversione:	3,3 %
Perdite totali:	22,5 %

TABELLA PERDITE PER OMBREGGIAMENTO

Mese	Senza ostacoli [kWh]	Produzione reale [kWh]	Perdita [kWh]
Gennaio	3444,3	3224,1	-6,4 %
Febbraio	4423,5	4148,9	-6,2 %
Marzo	7361,6	6866,7	-6,7 %
Aprile	9221,8	8666,5	-6,0 %
Maggio	10429,1	9883,4	-5,2 %
Giugno	13412,2	12303,7	-8,3 %
Luglio	12851,2	11898,1	-7,4 %
Agosto	10081,4	9462,2	-6,1 %
Settembre	9482,2	8553,2	-9,8 %
Ottobre	4919,8	4700,5	-4,5 %
Novembre	2344,3	2328,7	-0,7 %
Dicembre	2494,9	2420,7	-3,0 %
Anno	90466,2	84456,6	-6,6 %

CAVI ELETTRICI E CABLAGGI

Il cablaggio elettrico avverrà per mezzo di cavi con conduttori isolati in rame con le seguenti prescrizioni:

- Sezione delle anime in rame calcolate secondo norme CEI-UNEL/IEC
- Tipo FG21 se in esterno o FG16 se in cavidotti su percorsi interrati
- Tipo FS17 se all'interno di cavidotti di edifici

Inoltre i cavi saranno a norma CEI 20-13, CEI20-22II e CEI 20-37 I, marchiatura I.M.Q., colorazione delle anime secondo norme UNEL.
Per non compromettere la sicurezza di chi opera sull'impianto durante la verifica o l'adeguamento o la manutenzione, i conduttori avranno la seguente colorazione:

- Conduttori di protezione: giallo-verde (obbligatorio)
- Conduttore di neutro: blu chiaro (obbligatorio)
- Conduttore di fase: grigio / marrone
- Conduttore per circuiti in C.C.: chiaramente siglato con indicazione del positivo con "+" e del negativo con "–"

Come è possibile notare dalle prescrizioni sopra esposte, le sezioni dei conduttori degli impianti fotovoltaici sono sicuramente sovradimensionate per le correnti e le limitate distanze in gioco.
Con tali sezioni la caduta di potenziale viene contenuta entro il 2% del valore misurato da qualsiasi modulo posato al gruppo di conversione.

Cablaggio: **Stringa - Q. Campo**

Descrizione	Valore
Identificazione:	1x6 H1Z2Z2-K 1 KV - rosso 1x6 H1Z2Z2-K 1 KV - nero
Lunghezza complessiva:	100 m
Lunghezza di dimensionamento:	100 m
Circuiti in prossimità:	12
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	13 - cavi unipolari con guaina, con o senza armatura su passerelle perforate
Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Unipolare
Materiale:	Rame
Designazione:	H1Z2Z2-K
Tipo di isolante:	HEPR
Formazione:	2x(1x6)
N° conduttori positivo/fase:	1
Sez. positivo/fase:	6 mm²
N° conduttori negativo/neutro:	1
Sez. negativo/neutro:	6 mm²
N° conduttori PE:	

Sez. PE:	
Tensione nominale:	614,6 V
Corrente d'impiego:	10,8 A
Corrente di c.c. moduli	127,3 A

Cablaggio: **Q. Campo - Q. Inverter**

Descrizione	Valore
Identificazione:	FG16OM16 0.6/1 kV - 2X25
Lunghezza complessiva:	60 m
Lunghezza di dimensionamento:	60 m
Circuiti in prossimità:	6
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	13 - cavi multipolari con o senza armatura su passerelle perforate
Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Multipolare
Materiale:	Rame
Designazione:	FG16OM16 0.6/1 kV
Tipo di isolante:	HEPR
Formazione:	2x25
N° conduttori positivo/fase:	1
Sez. positivo/fase:	25 mm²
N° conduttori negativo/neutro:	1
Sez. negativo/neutro:	25 mm²
N° conduttori PE:	
Sez. PE:	
Tensione nominale:	614,6 V
Corrente d'impiego:	43,3 A
Corrente di c.c. moduli	92,6 A

Cablaggio: **Q. Inverter - Q. Misura**

Descrizione	Valore
Identificazione:	FG16M16 0.6/1 kV - 1X95 FG16M16 0.6/1 kV - 1X50 FG17 450/750V - 1X50 giallo/verde
Lunghezza complessiva:	100 m
Lunghezza di dimensionamento:	100 m
Circuiti in prossimità:	62
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	13 - cavi unipolari con guaina, con o senza armatura su passerelle perforate

Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Unipolare
Materiale:	Rame
Designazione:	FG16M16 0.6/1 kV
Tipo di isolante:	HEPR
Formazione:	3x(1x95)+1x50+1G50
N° conduttori positivo/fase:	1
Sez. positivo/fase:	95 mm²
N° conduttori negativo/neutro:	1
Sez. negativo/neutro:	50 mm²
N° conduttori PE:	1
Sez. PE:	50 mm²
Tensione nominale:	400 V
Corrente d'impiego:	108,3 A

Cablaggio: **Q. Misura - Cabina BT/MT**

Descrizione	Valore
Identificazione:	
Lunghezza complessiva:	100 m
Lunghezza di dimensionamento:	100 m
Circuiti in prossimità:	6
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	13 - cavi unipolari con guaina, con o senza armatura su passerelle perforate
Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Unipolare
Materiale:	Rame
Designazione:	FG16M16 0.6/1 kV
Tipo di isolante:	HEPR
Formazione:	3x(4x185)+2x185+2G185
N° conduttori positivo/fase:	4
Sez. positivo/fase:	185 mm²
N° conduttori negativo/neutro:	2
Sez. negativo/neutro:	185 mm²
N° conduttori PE:	2
Sez. PE:	185 mm²
Tensione nominale:	400 V
Corrente d'impiego:	829,9 A

QUADRI ELETTRICI

- **Quadro di campo lato corrente continua**
  Si prevede di installare un quadro a monte di ogni convertitore per il collegamento in parallelo delle stringhe, il sezionamento, la misurazione e il controllo dei dati in uscita dal generatore.

- **Quadro di parallelo lato corrente alternata**
  Si prevede di installare un quadro di parallelo in alternata all'interno di in una cassetta posta a valle dei convertitori statici per la misurazione, il collegamento e il controllo delle grandezze in uscita dagli inverter. All'interno di tale quadro, sarà inserito il sistema di interfaccia alla rete e il contatore in uscita della Società distributrice dell'energia elettrica .

SEPARAZIONE GALVANICA E MESSA A TERRA

Deve essere prevista la separazione galvanica tra la parte in corrente continua dell'impianto e la rete; tale separazione può essere sostituita da una protezione sensibile alla corrente continua se la potenza complessiva di produzione non supera i 20 kW.
Soluzioni tecniche diverse da quelle sopra suggerite, sono adottabili, purché nel rispetto delle norme vigenti e della buona regola dell'arte.
Il campo fotovoltaico sarà gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra. Le stringhe saranno, costituite dalla serie di singoli moduli fotovoltaici e singolarmente sezionabili, provviste di diodo di blocco e di protezioni contro le sovratensioni.
Ai fini della sicurezza, se la rete di utente o parte di essa è ritenuta non idonea a sopportare la maggiore intensità di corrente disponibile (dovuta al contributo dell'impianto fotovoltaico), la rete stessa o la parte interessata dovrà essere opportunamente protetta.
La struttura di sostegno verrà regolarmente collegata all'impianto di terra esistente.

SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO (SCM)

Il sistema di controllo e monitoraggio, permette per mezzo di un computer ed un software dedicato, di interrogare in ogni istante l'impianto al fine di verificare la funzionalità degli inverter installati con la possibilità di visionare le indicazioni tecniche (Tensione, corrente, potenza etc..) di ciascun inverter.
E' possibile inoltre leggere nella memoria eventi del convertitore tutte le grandezze elettriche dei giorni passati.

VERIFICHE

Al termine dei lavori l'installatore dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche tecnico-funzionali:

- corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete, ecc.);
- continuità elettrica e connessioni tra moduli;
- messa a terra di masse e scaricatori;
- isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;

L'impianto deve essere realizzato con componenti che in fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0, 78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25.

Il generatore Data Hall 4 soddisfa le seguenti condizioni:

Limiti in tensione

Tensione minima Vn a 70,00 °C (535,4 V) maggiore di Vmpp min. (460,0 V)

Tensione massima Vn a -10,00 °C (676,2 V) inferiore a Vmpp max. (820,0 V)

Tensione a vuoto Vo a -10,00 °C (798,0 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (950,0 V)

Tensione a vuoto Vo a -10,00 °C (798,0 V) inferiore alla tensione max. di isolamento (1500,0 V)

Limiti in corrente

Corrente massima di ingresso riferita a Isc (138,8 A) inferiore alla corrente massima inverter (170,0 A)

Limiti in potenza

Dimensionamento in potenza (103,0%) compreso tra 80,0% e il 120,0%

Data Hall 1

Il generatore è composto da n° 119 moduli del tipo Silicio monocristallino con una vita utile stimata di oltre 20 anni e degradazione della produzione dovuta ad invecchiamento del 0,8 % annuo.

CARATTERISTICHE DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO	
Numero di moduli:	119
Numero inverter:	1
Potenza nominale:	50 kW
Potenza di picco:	56,525 kWp
Performance ratio:	79,4 %

DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI	
Costruttore:	SUNPOWER
Serie / Sigla:	MAXEON 6 SPR-MAX6-475-COM
Tecnologia costruttiva:	Silicio monocristallino
Caratteristiche elettriche	
Potenza massima:	475 Wp
Rendimento:	22,3 %
Tensione nominale:	43,9 V
Tensione a vuoto:	52,6 V
Corrente nominale:	10,8 A
Corrente di corto circuito:	11,6 A
Dimensioni	
Dimensioni:	1039 mm x 2047 mm
Peso:	22,7 kg

I valori di tensione alle varie temperature di funzionamento (minima, massima e d'esercizio) rientrano nel range di accettabilità ammesso dall'inverter.

La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici è messa a terra mediante appositi scaricatori di sovratensione con indicazione ottica di fuori servizio, al fine di garantire la protezione dalle scariche di origine atmosferica.

GRUPPO DI CONVERSIONE

Il gruppo di conversione è composto dai convertitori statici (Inverter).
Il convertitore c.c./c.a. utilizzato è idoneo al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto.

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 0-21 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza)
- Ingresso lato cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT.
- Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.
- Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 0-21 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.
- Conformità marchio CE.
- Grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico (IP65).
- Dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto.
- Campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore FV.
- Efficienza massima >= 90% al 70% della potenza nominale.

Il gruppo di conversione è composto da 1 inverter.

Dati costruttivi degli inverter	
Costruttore:	FRONIUS INTERNATIONAL
Serie / Sigla:	TAURO TAURO ECO 50-3-P
Inseguitori:	1
Ingressi per inseguitore:	14
Caratteristiche elettriche	
Potenza nominale:	50 kW
Potenza massima:	51,3 kW
Potenza massima per inseguitore:	51,3 kW
Tensione nominale:	1000 V
Tensione massima:	1000 V
Tensione minima per inseguitore:	200 V
Tensione massima per inseguitore:	1000 V
Tensione nominale di uscita:	400 Vac
Corrente nominale:	87,5 A
Corrente massima:	87,5 A
Corrente massima per inseguitore:	87,5 A
Rendimento:	0,98

Inverter 1	**MPPT 1**
Moduli in serie:	17
Stringhe in parallelo:	7
Esposizioni:	Building 17° Ovest Tilt 5°
Tensione di MPP (STC):	746,3 V
Numero di moduli:	119

DIMENSIONAMENTO

La potenza di picco del generatore è data da:

P = Pmodulo * N°moduli = 475 Wp * 119 = 56,525 kWp

L'energia totale prodotta dall'impianto alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m² a 25°C di temperatura) si calcola come:

Esposizione	N° moduli	Radiazione solare [kWh/m²]	Energia [kWh]
Building 17° Ovest Tilt 5°	119	1 365,21	77 168,39

E = En * (1-Disp) = 59416,9 kWh

dove
Disp = Perdite di potenza ottenuta da

Perdite per ombreggiamento:	8,0 %
Perdite per aumento di temperatura:	3,4 %
Perdite di mismatching:	5,0 %
Perdite in corrente continua:	1,5 %
Altre perdite (sporcizia, tolleranze...):	5,0 %
Perdite per conversione:	2,5 %
Perdite totali:	23,0 %

TABELLA PERDITE PER OMBREGGIAMENTO

Mese	Senza ostacoli [kWh]	Produzione reale [kWh]	Perdita [kWh]
Gennaio	2459,9	1924,3	-21,8 %
Febbraio	3159,3	2747,6	-13,0 %
Marzo	5257,6	4689,9	-10,8 %
Aprile	6586,1	6177,7	-6,2 %
Maggio	7448,4	7147,7	-4,0 %
Giugno	9578,9	8969,1	-6,4 %
Luglio	9178,2	8577,7	-6,5 %
Agosto	7200,1	6793,6	-5,6 %
Settembre	6772,1	6011,2	-11,2 %
Ottobre	3513,7	3202,7	-8,9 %
Novembre	1674,3	1640,6	-2,0 %
Dicembre	1781,8	1534,7	-13,9 %
Anno	64610,4	59416,9	-8,0 %

CAVI ELETTRICI E CABLAGGI

Il cablaggio elettrico avverrà per mezzo di cavi con conduttori isolati in rame con le seguenti prescrizioni:

- Sezione delle anime in rame calcolate secondo norme CEI-UNEL/IEC
- Tipo FG21 se in esterno o FG16 se in cavidotti su percorsi interrati
- Tipo FS17 se all'interno di cavidotti di edifici

Inoltre i cavi saranno a norma CEI 20-13, CEI20-22II e CEI 20-37 I, marchiatura I.M.Q., colorazione delle anime secondo norme UNEL.
Per non compromettere la sicurezza di chi opera sull'impianto durante la verifica o l'adeguamento o la manutenzione, i conduttori avranno la seguente colorazione:

- Conduttori di protezione: giallo-verde (obbligatorio)
- Conduttore di neutro: blu chiaro (obbligatorio)
- Conduttore di fase: grigio / marrone
- Conduttore per circuiti in C.C.: chiaramente siglato con indicazione del positivo con "+" e del negativo con "–"

Come è possibile notare dalle prescrizioni sopra esposte, le sezioni dei conduttori degli impianti fotovoltaici sono sicuramente sovradimensionate per le correnti e le limitate distanze in gioco.
Con tali sezioni la caduta di potenziale viene contenuta entro il 2% del valore misurato da qualsiasi modulo posato al gruppo di conversione.

Cablaggio: **Stringa - Q. Campo**

Descrizione	Valore
Identificazione:	1x6 H1Z2Z2-K 1 KV - rosso 1x6 H1Z2Z2-K 1 KV - nero
Lunghezza complessiva:	100 m
Lunghezza di dimensionamento:	100 m
Circuiti in prossimità:	7
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	13 - cavi unipolari con guaina, con o senza armatura su passerelle perforate
Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Unipolare
Materiale:	Rame
Designazione:	H1Z2Z2-K
Tipo di isolante:	HEPR
Formazione:	2x(1x6)
N° conduttori positivo/fase:	1
Sez. positivo/fase:	6 mm²
N° conduttori negativo/neutro:	1
Sez. negativo/neutro:	6 mm²
N° conduttori PE:	
Sez. PE:	
Tensione nominale:	746,3 V

Corrente d'impiego:	10,8 A
Corrente di c.c. moduli	69,4 A

Cablaggio: **Q. Campo - Q. Inverter**

Descrizione	Valore
Identificazione:	FG16OM16 0.6/1 kV - 2X10
Lunghezza complessiva:	60 m
Lunghezza di dimensionamento:	60 m
Circuiti in prossimità:	6
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	13 - cavi multipolari con o senza armatura su passerelle perforate
Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Multipolare
Materiale:	Rame
Designazione:	FG16OM16 0.6/1 kV
Tipo di isolante:	HEPR
Formazione:	2x10
N° conduttori positivo/fase:	1
Sez. positivo/fase:	10 mm²
N° conduttori negativo/neutro:	1
Sez. negativo/neutro:	10 mm²
N° conduttori PE:	
Sez. PE:	
Tensione nominale:	746,3 V
Corrente d'impiego:	10,8 A
Corrente di c.c. moduli	69,4 A

Cablaggio: **Q. Inverter - Q. Misura**

Descrizione	Valore
Identificazione:	FG16M16 0.6/1 kV - 1X50 FG16M16 0.6/1 kV - 1X35 FG17 450/750V - 1X35 giallo/verde
Lunghezza complessiva:	100 m
Lunghezza di dimensionamento:	100 m
Circuiti in prossimità:	6
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	13 - cavi unipolari con guaina, con o senza armatura su passerelle perforate
Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Unipolare

Materiale:	Rame
Designazione:	FG16M16 0.6/1 kV
Tipo di isolante:	HEPR
Formazione:	3x(1x50)+1x35+1G35
N° conduttori positivo/fase:	1
Sez. positivo/fase:	50 mm²
N° conduttori negativo/neutro:	1
Sez. negativo/neutro:	35 mm²
N° conduttori PE:	1
Sez. PE:	35 mm²
Tensione nominale:	400 V
Corrente d'impiego:	72,2 A

Cablaggio: **Q. Misura - Cabina BT/MT**

Descrizione	Valore
Identificazione:	
Lunghezza complessiva:	100 m
Lunghezza di dimensionamento:	100 m
Circuiti in prossimità:	6
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	13 - cavi unipolari con guaina, con o senza armatura su passerelle perforate
Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Unipolare
Materiale:	Rame
Designazione:	FG16M16 0.6/1 kV
Tipo di isolante:	HEPR
Formazione:	3x(4x185)+2x185+2G185
N° conduttori positivo/fase:	4
Sez. positivo/fase:	185 mm²
N° conduttori negativo/neutro:	2
Sez. negativo/neutro:	185 mm²
N° conduttori PE:	2
Sez. PE:	185 mm²
Tensione nominale:	400 V
Corrente d'impiego:	829,9 A

QUADRI ELETTRICI

- **Quadro di campo lato corrente continua**
  Si prevede di installare un quadro a monte di ogni convertitore per il collegamento in parallelo delle stringhe, il sezionamento, la misurazione e il controllo dei dati in uscita dal generatore.

- **Quadro di parallelo lato corrente alternata**
  Si prevede di installare un quadro di parallelo in alternata all'interno di in una cassetta posta a valle dei convertitori statici per la misurazione, il collegamento e il controllo delle grandezze in uscita dagli inverter. All'interno di tale quadro, sarà inserito il sistema di interfaccia alla rete e il contatore in uscita della Società distributrice dell'energia elettrica .

SEPARAZIONE GALVANICA E MESSA A TERRA

Deve essere prevista la separazione galvanica tra la parte in corrente continua dell'impianto e la rete; tale separazione può essere sostituita da una protezione sensibile alla corrente continua se la potenza complessiva di produzione non supera i 20 kW.
Soluzioni tecniche diverse da quelle sopra suggerite, sono adottabili, purché nel rispetto delle norme vigenti e della buona regola dell'arte.
Il campo fotovoltaico sarà gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra. Le stringhe saranno, costituite dalla serie di singoli moduli fotovoltaici e singolarmente sezionabili, provviste di diodo di blocco e di protezioni contro le sovratensioni.
Ai fini della sicurezza, se la rete di utente o parte di essa è ritenuta non idonea a sopportare la maggiore intensità di corrente disponibile (dovuta al contributo dell'impianto fotovoltaico), la rete stessa o la parte interessata dovrà essere opportunamente protetta.
La struttura di sostegno verrà regolarmente collegata all'impianto di terra esistente.

SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO (SCM)

Il sistema di controllo e monitoraggio, permette per mezzo di un computer ed un software dedicato, di interrogare in ogni istante l'impianto al fine di verificare la funzionalità degli inverter installati con la possibilità di visionare le indicazioni tecniche (Tensione, corrente, potenza etc..) di ciascun inverter.
E' possibile inoltre leggere nella memoria eventi del convertitore tutte le grandezze elettriche dei giorni passati.

VERIFICHE

Al termine dei lavori l'installatore dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche tecnico-funzionali:

- corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete, ecc.);
- continuità elettrica e connessioni tra moduli;
- messa a terra di masse e scaricatori;
- isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;

L'impianto deve essere realizzato con componenti che in fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0, 78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25.

Il generatore Data Hall 1 soddisfa le seguenti condizioni:

Limiti in tensione

Tensione minima Vn a 70,00 °C (650,1 V) maggiore di Vmpp min. (200,0 V)

Tensione massima Vn a -10,00 °C (821,1 V) inferiore a Vmpp max. (1000,0 V)

Tensione a vuoto Vo a -10,00 °C (969,0 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1000,0 V)

Tensione a vuoto Vo a -10,00 °C (969,0 V) inferiore alla tensione max. di isolamento (1500,0 V)

Limiti in corrente

Corrente massima di ingresso riferita a Isc (81,0 A) inferiore alla corrente massima inverter (87,5 A)

Limiti in potenza

Dimensionamento in potenza (110,2%) compreso tra 80,0% e il 120,0%

Pensilina Ovest

Il generatore è composto da n° 150 moduli del tipo Silicio monocristallino con una vita utile stimata di oltre 20 anni e degradazione della produzione dovuta ad invecchiamento del 0,8 % annuo.

CARATTERISTICHE DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO	
Numero di moduli:	150
Numero inverter:	1
Potenza nominale:	71,25 kW
Potenza di picco:	71,25 kWp
Performance ratio:	79,4 %

DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI	
Costruttore:	SUNPOWER
Serie / Sigla:	MAXEON 6 SPR-MAX6-475-COM
Tecnologia costruttiva:	Silicio monocristallino
Caratteristiche elettriche	
Potenza massima:	475 Wp
Rendimento:	22,3 %
Tensione nominale:	43,9 V
Tensione a vuoto:	52,6 V
Corrente nominale:	10,8 A
Corrente di corto circuito:	11,6 A
Dimensioni	
Dimensioni:	1039 mm x 2047 mm
Peso:	22,7 kg

I valori di tensione alle varie temperature di funzionamento (minima, massima e d'esercizio) rientrano nel range di accettabilità ammesso dall'inverter.

La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici è messa a terra mediante appositi scaricatori di sovratensione con indicazione ottica di fuori servizio, al fine di garantire la protezione dalle scariche di origine atmosferica.

GRUPPO DI CONVERSIONE

Il gruppo di conversione è composto dai convertitori statici (Inverter).
Il convertitore c.c./c.a. utilizzato è idoneo al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto.

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 0-21 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza)
- Ingresso lato cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT.
- Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.
- Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 0-21 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.
- Conformità marchio CE.
- Grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico (IP65).
- Dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto.
- Campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore FV.
- Efficienza massima >= 90% al 70% della potenza nominale.

Il gruppo di conversione è composto da 1 inverter.

Dati costruttivi degli inverter	
Costruttore:	FRONIUS INTERNATIONAL
Serie / Sigla:	AGILO AGILO 75.0-3 OUTD (2016)
Inseguitori:	1
Ingressi per inseguitore:	4
Caratteristiche elettriche	
Potenza nominale:	75 kW
Potenza massima:	77,5 kW
Potenza massima per inseguitore:	77,5 kW
Tensione nominale:	460 V
Tensione massima:	950 V
Tensione minima per inseguitore:	460 V
Tensione massima per inseguitore:	820 V
Tensione nominale di uscita:	400 Vac
Corrente nominale:	170 A
Corrente massima:	170 A
Corrente massima per inseguitore:	170 A
Rendimento:	0,97

Inverter 1	**MPPT 1**
Moduli in serie:	15
Stringhe in parallelo:	10
Esposizioni:	Parcheggio 17° Ovest Tilt 0°
Tensione di MPP (STC):	658,5 V
Numero di moduli:	150

DIMENSIONAMENTO

La potenza di picco del generatore è data da:

P = Pmodulo * N°moduli = 475 Wp * 150 = 71,25 kWp

L'energia totale prodotta dall'impianto alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m² a 25°C di temperatura) si calcola come:

Esposizione	N° moduli	Radiazione solare [kWh/m²]	Energia [kWh]
Parcheggio 17° Ovest Tilt 0°	150	1 318,62	93 951,34

E = En * (1-Disp) = 73548,1 kWh

dove
Disp = Perdite di potenza ottenuta da

Perdite per ombreggiamento:	5,7 %
Perdite per aumento di temperatura:	3,5 %
Perdite di mismatching:	5,0 %
Perdite in corrente continua:	1,5 %
Altre perdite (sporcizia, tolleranze...):	5,0 %
Perdite per conversione:	3,3 %
Perdite totali:	21,7 %

TABELLA PERDITE PER OMBREGGIAMENTO

Mese	Senza ostacoli [kWh]	Produzione reale [kWh]	Perdita [kWh]
Gennaio	2734,3	1914,9	-30,0 %
Febbraio	3631,9	2903,6	-20,1 %
Marzo	6228,0	5505,2	-11,6 %
Aprile	7990,9	7804,1	-2,3 %
Maggio	9208,6	9170,9	-0,4 %
Giugno	11911,8	11848,1	-0,5 %
Luglio	11380,5	11311,5	-0,6 %
Agosto	8814,1	8709,5	-1,2 %
Settembre	8100,5	7298,4	-9,9 %
Ottobre	4078,4	3576,2	-12,3 %
Novembre	1897,2	1837,8	-3,1 %
Dicembre	1987,1	1668,1	-16,1 %
Anno	77963,3	73548,1	-5,7 %

CAVI ELETTRICI E CABLAGGI

Il cablaggio elettrico avverrà per mezzo di cavi con conduttori isolati in rame con le seguenti prescrizioni:

- Sezione delle anime in rame calcolate secondo norme CEI-UNEL/IEC
- Tipo FG21 se in esterno o FG16 se in cavidotti su percorsi interrati
- Tipo FS17 se all'interno di cavidotti di edifici

Inoltre i cavi saranno a norma CEI 20-13, CEI20-22II e CEI 20-37 I, marchiatura I.M.Q., colorazione delle anime secondo norme UNEL.
Per non compromettere la sicurezza di chi opera sull'impianto durante la verifica o l'adeguamento o la manutenzione, i conduttori avranno la seguente colorazione:

- Conduttori di protezione: giallo-verde (obbligatorio)
- Conduttore di neutro: blu chiaro (obbligatorio)
- Conduttore di fase: grigio / marrone
- Conduttore per circuiti in C.C.: chiaramente siglato con indicazione del positivo con "+" e del negativo con "–"

Come è possibile notare dalle prescrizioni sopra esposte, le sezioni dei conduttori degli impianti fotovoltaici sono sicuramente sovradimensionate per le correnti e le limitate distanze in gioco.
Con tali sezioni la caduta di potenziale viene contenuta entro il 2% del valore misurato da qualsiasi modulo posato al gruppo di conversione.

Cablaggio: **Stringa - Q. Campo**

Descrizione	Valore
Identificazione:	1x6 H1Z2Z2-K 1 KV - rosso 1x6 H1Z2Z2-K 1 KV - nero
Lunghezza complessiva:	100 m
Lunghezza di dimensionamento:	100 m
Circuiti in prossimità:	12
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	13 - cavi unipolari con guaina, con o senza armatura su passerelle perforate
Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Unipolare
Materiale:	Rame
Designazione:	H1Z2Z2-K
Tipo di isolante:	HEPR
Formazione:	2x(1x6)
N° conduttori positivo/fase:	1
Sez. positivo/fase:	6 mm²
N° conduttori negativo/neutro:	1
Sez. negativo/neutro:	6 mm²
N° conduttori PE:	

Sez. PE:	
Tensione nominale:	658,5 V
Corrente d'impiego:	10,8 A
Corrente di c.c. moduli	104,1 A

Cablaggio: **Q. Campo - Q. Inverter**

Descrizione	Valore
Identificazione:	FG16OM16 0.6/1 kV - 2X25
Lunghezza complessiva:	60 m
Lunghezza di dimensionamento:	60 m
Circuiti in prossimità:	6
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	13 - cavi multipolari con o senza armatura su passerelle perforate
Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Multipolare
Materiale:	Rame
Designazione:	FG16OM16 0.6/1 kV
Tipo di isolante:	HEPR
Formazione:	2x25
N° conduttori positivo/fase:	1
Sez. positivo/fase:	25 mm²
N° conduttori negativo/neutro:	1
Sez. negativo/neutro:	25 mm²
N° conduttori PE:	
Sez. PE:	
Tensione nominale:	658,5 V
Corrente d'impiego:	54,1 A
Corrente di c.c. moduli	57,9 A

Cablaggio: **Q. Inverter - Q. Misura**

Descrizione	Valore
Identificazione:	FG16M16 0.6/1 kV - 1X95 FG16M16 0.6/1 kV - 1X50 FG17 450/750V - 1X50 giallo/verde
Lunghezza complessiva:	100 m
Lunghezza di dimensionamento:	100 m
Circuiti in prossimità:	62
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	13 - cavi unipolari con guaina, con o senza armatura su passerelle perforate

Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Unipolare
Materiale:	Rame
Designazione:	FG16M16 0.6/1 kV
Tipo di isolante:	HEPR
Formazione:	3x(1x95)+1x50+1G50
N° conduttori positivo/fase:	1
Sez. positivo/fase:	95 mm²
N° conduttori negativo/neutro:	1
Sez. negativo/neutro:	50 mm²
N° conduttori PE:	1
Sez. PE:	50 mm²
Tensione nominale:	400 V
Corrente d'impiego:	108,3 A

Cablaggio: **Q. Misura - Cabina BT/MT**

Descrizione	Valore
Identificazione:	
Lunghezza complessiva:	100 m
Lunghezza di dimensionamento:	100 m
Circuiti in prossimità:	6
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	13 - cavi unipolari con guaina, con o senza armatura su passerelle perforate
Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Unipolare
Materiale:	Rame
Designazione:	FG16M16 0.6/1 kV
Tipo di isolante:	HEPR
Formazione:	3x(4x185)+2x185+2G185
N° conduttori positivo/fase:	4
Sez. positivo/fase:	185 mm²
N° conduttori negativo/neutro:	2
Sez. negativo/neutro:	185 mm²
N° conduttori PE:	2
Sez. PE:	185 mm²
Tensione nominale:	400 V
Corrente d'impiego:	829,9 A

QUADRI ELETTRICI

- **Quadro di campo lato corrente continua**
  Si prevede di installare un quadro a monte di ogni convertitore per il collegamento in parallelo delle stringhe, il sezionamento, la misurazione e il controllo dei dati in uscita dal generatore.

- **Quadro di parallelo lato corrente alternata**
  Si prevede di installare un quadro di parallelo in alternata all'interno di in una cassetta posta a valle dei convertitori statici per la misurazione, il collegamento e il controllo delle grandezze in uscita dagli inverter. All'interno di tale quadro, sarà inserito il sistema di interfaccia alla rete e il contatore in uscita della Società distributrice dell'energia elettrica .

SEPARAZIONE GALVANICA E MESSA A TERRA

Deve essere prevista la separazione galvanica tra la parte in corrente continua dell'impianto e la rete; tale separazione può essere sostituita da una protezione sensibile alla corrente continua se la potenza complessiva di produzione non supera i 20 kW.
Soluzioni tecniche diverse da quelle sopra suggerite, sono adottabili, purché nel rispetto delle norme vigenti e della buona regola dell'arte.
Il campo fotovoltaico sarà gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra. Le stringhe saranno, costituite dalla serie di singoli moduli fotovoltaici e singolarmente sezionabili, provviste di diodo di blocco e di protezioni contro le sovratensioni.
Ai fini della sicurezza, se la rete di utente o parte di essa è ritenuta non idonea a sopportare la maggiore intensità di corrente disponibile (dovuta al contributo dell'impianto fotovoltaico), la rete stessa o la parte interessata dovrà essere opportunamente protetta.
La struttura di sostegno verrà regolarmente collegata all'impianto di terra esistente.

SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO (SCM)

Il sistema di controllo e monitoraggio, permette per mezzo di un computer ed un software dedicato, di interrogare in ogni istante l'impianto al fine di verificare la funzionalità degli inverter installati con la possibilità di visionare le indicazioni tecniche (Tensione, corrente, potenza etc..) di ciascun inverter.
E' possibile inoltre leggere nella memoria eventi del convertitore tutte le grandezze elettriche dei giorni passati.

VERIFICHE

Al termine dei lavori l'installatore dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche tecnico-funzionali:

- corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete, ecc.);
- continuità elettrica e connessioni tra moduli;
- messa a terra di masse e scaricatori;
- isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;

L'impianto deve essere realizzato con componenti che in fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0, 78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25.

Il generatore Pensilina Ovest soddisfa le seguenti condizioni:

Limiti in tensione

Tensione minima Vn a 70,00 °C (573,6 V) maggiore di Vmpp min. (460,0 V)

Tensione massima Vn a -10,00 °C (724,5 V) inferiore a Vmpp max. (820,0 V)

Tensione a vuoto Vo a -10,00 °C (855,0 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (950,0 V)

Tensione a vuoto Vo a -10,00 °C (855,0 V) inferiore alla tensione max. di isolamento (1500,0 V)

Limiti in corrente

Corrente massima di ingresso riferita a Isc (115,7 A) inferiore alla corrente massima inverter (170,0 A)

Limiti in potenza

Dimensionamento in potenza (91,9%) compreso tra 80,0% e il 120,0%

Admin Block

Il generatore è composto da n° 105 moduli del tipo Silicio monocristallino con una vita utile stimata di oltre 20 anni e degradazione della produzione dovuta ad invecchiamento del 0,8 % annuo.

CARATTERISTICHE DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO	
Numero di moduli:	105
Numero inverter:	1
Potenza nominale:	49,875 kW
Potenza di picco:	49,875 kWp
Performance ratio:	79,4 %

DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI	
Costruttore:	SUNPOWER
Serie / Sigla:	MAXEON 6 SPR-MAX6-475-COM
Tecnologia costruttiva:	Silicio monocristallino
Caratteristiche elettriche	
Potenza massima:	475 Wp
Rendimento:	22,3 %
Tensione nominale:	43,9 V
Tensione a vuoto:	52,6 V
Corrente nominale:	10,8 A
Corrente di corto circuito:	11,6 A
Dimensioni	
Dimensioni:	1039 mm x 2047 mm
Peso:	22,7 kg

I valori di tensione alle varie temperature di funzionamento (minima, massima e d'esercizio) rientrano nel range di accettabilità ammesso dall'inverter.

La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici è messa a terra mediante appositi scaricatori di sovratensione con indicazione ottica di fuori servizio, al fine di garantire la protezione dalle scariche di origine atmosferica.

GRUPPO DI CONVERSIONE

Il gruppo di conversione è composto dai convertitori statici (Inverter).
Il convertitore c.c./c.a. utilizzato è idoneo al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto.

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 0-21 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza)
- Ingresso lato cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT.
- Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.
- Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 0-21 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.
- Conformità marchio CE.
- Grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico (IP65).
- Dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto.
- Campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore FV.
- Efficienza massima >= 90% al 70% della potenza nominale.

Il gruppo di conversione è composto da 1 inverter.

Dati costruttivi degli inverter	
Costruttore:	FRONIUS INTERNATIONAL
Serie / Sigla:	TAURO TAURO ECO 50-3-P
Inseguitori:	1
Ingressi per inseguitore:	14
Caratteristiche elettriche	
Potenza nominale:	50 kW
Potenza massima:	51,3 kW
Potenza massima per inseguitore:	51,3 kW
Tensione nominale:	1000 V
Tensione massima:	1000 V
Tensione minima per inseguitore:	200 V
Tensione massima per inseguitore:	1000 V
Tensione nominale di uscita:	400 Vac
Corrente nominale:	87,5 A
Corrente massima:	87,5 A
Corrente massima per inseguitore:	87,5 A
Rendimento:	0,98

Inverter 1	**MPPT 1**
Moduli in serie:	15
Stringhe in parallelo:	7
Esposizioni:	Building 17° Ovest Tilt 5°
Tensione di MPP (STC):	658,5 V
Numero di moduli:	105

DIMENSIONAMENTO

La potenza di picco del generatore è data da:

P = Pmodulo * N°moduli = 475 Wp * 105 = 49,875 kWp

L'energia totale prodotta dall'impianto alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m² a 25°C di temperatura) si calcola come:

Esposizione	N° moduli	Radiazione solare [kWh/m²]	Energia [kWh]
Building 17° Ovest Tilt 5°	105	1 365,21	68 089,75

E = En * (1-Disp) = 55407,7 kWh

dove
Disp = Perdite di potenza ottenuta da

Perdite per ombreggiamento:	2,8 %
Perdite per aumento di temperatura:	3,4 %
Perdite di mismatching:	5,0 %
Perdite in corrente continua:	1,5 %
Altre perdite (sporcizia, tolleranze...):	5,0 %
Perdite per conversione:	2,5 %
Perdite totali:	18,6 %

TABELLA PERDITE PER OMBREGGIAMENTO

Mese	Senza ostacoli [kWh]	Produzione reale [kWh]	Perdita [kWh]
Gennaio	2170,5	1851,7	-14,7 %
Febbraio	2787,6	2659,3	-4,6 %
Marzo	4639,1	4518,7	-2,6 %
Aprile	5811,3	5720,6	-1,6 %
Maggio	6572,1	6474,2	-1,5 %
Giugno	8452,0	8279,6	-2,0 %
Luglio	8098,4	7947,5	-1,9 %
Agosto	6353,0	6250,0	-1,6 %
Settembre	5975,4	5801,1	-2,9 %
Ottobre	3100,3	3016,1	-2,7 %
Novembre	1477,3	1460,8	-1,1 %
Dicembre	1572,2	1428,1	-9,2 %
Anno	57009,2	55407,7	-2,8 %

CAVI ELETTRICI E CABLAGGI

Il cablaggio elettrico avverrà per mezzo di cavi con conduttori isolati in rame con le seguenti prescrizioni:

- Sezione delle anime in rame calcolate secondo norme CEI-UNEL/IEC
- Tipo FG21 se in esterno o FG16 se in cavidotti su percorsi interrati
- Tipo FS17 se all'interno di cavidotti di edifici

Inoltre i cavi saranno a norma CEI 20-13, CEI20-22II e CEI 20-37 I, marchiatura I.M.Q., colorazione delle anime secondo norme UNEL.
Per non compromettere la sicurezza di chi opera sull'impianto durante la verifica o l'adeguamento o la manutenzione, i conduttori avranno la seguente colorazione:

- Conduttori di protezione: giallo-verde (obbligatorio)
- Conduttore di neutro: blu chiaro (obbligatorio)
- Conduttore di fase: grigio / marrone
- Conduttore per circuiti in C.C.: chiaramente siglato con indicazione del positivo con "+" e del negativo con "–"

Come è possibile notare dalle prescrizioni sopra esposte, le sezioni dei conduttori degli impianti fotovoltaici sono sicuramente sovradimensionate per le correnti e le limitate distanze in gioco.
Con tali sezioni la caduta di potenziale viene contenuta entro il 2% del valore misurato da qualsiasi modulo posato al gruppo di conversione.

Cablaggio: **Stringa - Q. Campo**

Descrizione	Valore
Identificazione:	1x6 H1Z2Z2-K 1 KV - rosso 1x6 H1Z2Z2-K 1 KV - nero
Lunghezza complessiva:	100 m
Lunghezza di dimensionamento:	100 m
Circuiti in prossimità:	7
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	13 - cavi unipolari con guaina, con o senza armatura su passerelle perforate
Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Unipolare
Materiale:	Rame
Designazione:	H1Z2Z2-K
Tipo di isolante:	HEPR
Formazione:	2x(1x6)
N° conduttori positivo/fase:	1
Sez. positivo/fase:	6 mm²
N° conduttori negativo/neutro:	1
Sez. negativo/neutro:	6 mm²
N° conduttori PE:	
Sez. PE:	
Tensione nominale:	658,5 V

Corrente d'impiego:	10,8 A
Corrente di c.c. moduli	69,4 A

Cablaggio: **Q. Campo - Q. Inverter**

Descrizione	Valore
Identificazione:	FG16OM16 0.6/1 kV - 2X10
Lunghezza complessiva:	60 m
Lunghezza di dimensionamento:	60 m
Circuiti in prossimità:	6
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	13 - cavi multipolari con o senza armatura su passerelle perforate
Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Multipolare
Materiale:	Rame
Designazione:	FG16OM16 0.6/1 kV
Tipo di isolante:	HEPR
Formazione:	2x10
N° conduttori positivo/fase:	1
Sez. positivo/fase:	10 mm²
N° conduttori negativo/neutro:	1
Sez. negativo/neutro:	10 mm²
N° conduttori PE:	
Sez. PE:	
Tensione nominale:	658,5 V
Corrente d'impiego:	10,8 A
Corrente di c.c. moduli	69,4 A

Cablaggio: **Q. Inverter - Q. Misura**

Descrizione	Valore
Identificazione:	FG16M16 0.6/1 kV - 1X50 FG16M16 0.6/1 kV - 1X35 FG17 450/750V - 1X35 giallo/verde
Lunghezza complessiva:	100 m
Lunghezza di dimensionamento:	100 m
Circuiti in prossimità:	6
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	13 - cavi unipolari con guaina, con o senza armatura su passerelle perforate
Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Unipolare

Materiale:	Rame
Designazione:	FG16M16 0.6/1 kV
Tipo di isolante:	HEPR
Formazione:	3x(1x50)+1x35+1G35
N° conduttori positivo/fase:	1
Sez. positivo/fase:	50 mm²
N° conduttori negativo/neutro:	1
Sez. negativo/neutro:	35 mm²
N° conduttori PE:	1
Sez. PE:	35 mm²
Tensione nominale:	400 V
Corrente d'impiego:	72,2 A

Cablaggio: **Q. Misura - Cabina BT/MT**

Descrizione	Valore
Identificazione:	
Lunghezza complessiva:	100 m
Lunghezza di dimensionamento:	100 m
Circuiti in prossimità:	6
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	13 - cavi unipolari con guaina, con o senza armatura su passerelle perforate
Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Unipolare
Materiale:	Rame
Designazione:	FG16M16 0.6/1 kV
Tipo di isolante:	HEPR
Formazione:	3x(4x185)+2x185+2G185
N° conduttori positivo/fase:	4
Sez. positivo/fase:	185 mm²
N° conduttori negativo/neutro:	2
Sez. negativo/neutro:	185 mm²
N° conduttori PE:	2
Sez. PE:	185 mm²
Tensione nominale:	400 V
Corrente d'impiego:	829,9 A

QUADRI ELETTRICI

- **Quadro di campo lato corrente continua**
  Si prevede di installare un quadro a monte di ogni convertitore per il collegamento in parallelo delle stringhe, il sezionamento, la misurazione e il controllo dei dati in uscita dal generatore.

- **Quadro di parallelo lato corrente alternata**
  Si prevede di installare un quadro di parallelo in alternata all'interno di in una cassetta posta a valle dei convertitori statici per la misurazione, il collegamento e il controllo delle grandezze in uscita dagli inverter. All'interno di tale quadro, sarà inserito il sistema di interfaccia alla rete e il contatore in uscita della Società distributrice dell'energia elettrica .

SEPARAZIONE GALVANICA E MESSA A TERRA

Deve essere prevista la separazione galvanica tra la parte in corrente continua dell'impianto e la rete; tale separazione può essere sostituita da una protezione sensibile alla corrente continua se la potenza complessiva di produzione non supera i 20 kW.
Soluzioni tecniche diverse da quelle sopra suggerite, sono adottabili, purché nel rispetto delle norme vigenti e della buona regola dell'arte.
Il campo fotovoltaico sarà gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra. Le stringhe saranno, costituite dalla serie di singoli moduli fotovoltaici e singolarmente sezionabili, provviste di diodo di blocco e di protezioni contro le sovratensioni.
Ai fini della sicurezza, se la rete di utente o parte di essa è ritenuta non idonea a sopportare la maggiore intensità di corrente disponibile (dovuta al contributo dell'impianto fotovoltaico), la rete stessa o la parte interessata dovrà essere opportunamente protetta.
La struttura di sostegno verrà regolarmente collegata all'impianto di terra esistente.

SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO (SCM)

Il sistema di controllo e monitoraggio, permette per mezzo di un computer ed un software dedicato, di interrogare in ogni istante l'impianto al fine di verificare la funzionalità degli inverter installati con la possibilità di visionare le indicazioni tecniche (Tensione, corrente, potenza etc..) di ciascun inverter.
E' possibile inoltre leggere nella memoria eventi del convertitore tutte le grandezze elettriche dei giorni passati.

VERIFICHE

Al termine dei lavori l'installatore dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche tecnico-funzionali:

- corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete, ecc.);
- continuità elettrica e connessioni tra moduli;
- messa a terra di masse e scaricatori;
- isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;

L'impianto deve essere realizzato con componenti che in fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0, 78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25.

Il generatore Admin Block soddisfa le seguenti condizioni:

Limiti in tensione

Tensione minima Vn a 70,00 °C (573,6 V) maggiore di Vmpp min. (200,0 V)

Tensione massima Vn a -10,00 °C (724,5 V) inferiore a Vmpp max. (1000,0 V)

Tensione a vuoto Vo a -10,00 °C (855,0 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1000,0 V)

Tensione a vuoto Vo a -10,00 °C (855,0 V) inferiore alla tensione max. di isolamento (1500,0 V)

Limiti in corrente

Corrente massima di ingresso riferita a Isc (81,0 A) inferiore alla corrente massima inverter (87,5 A)

Limiti in potenza

Dimensionamento in potenza (97,3%) compreso tra 80,0% e il 120,0%

Data Hall 2

Il generatore è composto da n° 150 moduli del tipo Silicio monocristallino con una vita utile stimata di oltre 20 anni e degradazione della produzione dovuta ad invecchiamento del 0,8 % annuo.

CARATTERISTICHE DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO	
Numero di moduli:	150
Numero inverter:	1
Potenza nominale:	71,25 kW
Potenza di picco:	71,25 kWp
Performance ratio:	79,4 %

DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI	
Costruttore:	SUNPOWER
Serie / Sigla:	MAXEON 6 SPR-MAX6-475-COM
Tecnologia costruttiva:	Silicio monocristallino
Caratteristiche elettriche	
Potenza massima:	475 Wp
Rendimento:	22,3 %
Tensione nominale:	43,9 V
Tensione a vuoto:	52,6 V
Corrente nominale:	10,8 A
Corrente di corto circuito:	11,6 A
Dimensioni	
Dimensioni:	1039 mm x 2047 mm
Peso:	22,7 kg

I valori di tensione alle varie temperature di funzionamento (minima, massima e d'esercizio) rientrano nel range di accettabilità ammesso dall'inverter.

La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici è messa a terra mediante appositi scaricatori di sovratensione con indicazione ottica di fuori servizio, al fine di garantire la protezione dalle scariche di origine atmosferica.

GRUPPO DI CONVERSIONE

Il gruppo di conversione è composto dai convertitori statici (Inverter).
Il convertitore c.c./c.a. utilizzato è idoneo al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto.

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 0-21 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza)
- Ingresso lato cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT.
- Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.
- Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 0-21 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.
- Conformità marchio CE.
- Grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico (IP65).
- Dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto.
- Campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore FV.
- Efficienza massima >= 90% al 70% della potenza nominale.

Il gruppo di conversione è composto da 1 inverter.

Dati costruttivi degli inverter	
Costruttore:	FRONIUS INTERNATIONAL
Serie / Sigla:	AGILO AGILO 75.0-3 OUTD (2016)
Inseguitori:	1
Ingressi per inseguitore:	4
Caratteristiche elettriche	
Potenza nominale:	75 kW
Potenza massima:	77,5 kW
Potenza massima per inseguitore:	77,5 kW
Tensione nominale:	460 V
Tensione massima:	950 V
Tensione minima per inseguitore:	460 V
Tensione massima per inseguitore:	820 V
Tensione nominale di uscita:	400 Vac
Corrente nominale:	170 A
Corrente massima:	170 A
Corrente massima per inseguitore:	170 A
Rendimento:	0,97

Inverter 1	**MPPT 1**
Moduli in serie:	15
Stringhe in parallelo:	10
Esposizioni:	Building 17° Ovest Tilt 5°
Tensione di MPP (STC):	658,5 V
Numero di moduli:	150

DIMENSIONAMENTO

La potenza di picco del generatore è data da:

P = Pmodulo * N°moduli = 475 Wp * 150 = 71,25 kWp

L'energia totale prodotta dall'impianto alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m² a 25°C di temperatura) si calcola come:

Esposizione	N° moduli	Radiazione solare [kWh/m²]	Energia [kWh]
Building 17° Ovest Tilt 5°	150	1 365,21	97 271,07

E = En * (1-Disp) = 74277,6 kWh

dove
Disp = Perdite di potenza ottenuta da

Perdite per ombreggiamento:	8,0 %
Perdite per aumento di temperatura:	3,4 %
Perdite di mismatching:	5,0 %
Perdite in corrente continua:	1,5 %
Altre perdite (sporcizia, tolleranze...):	5,0 %
Perdite per conversione:	3,3 %
Perdite totali:	23,6 %

TABELLA PERDITE PER OMBREGGIAMENTO

Mese	Senza ostacoli [kWh]	Produzione reale [kWh]	Perdita [kWh]
Gennaio	3075,3	2414,7	-21,5 %
Febbraio	3949,6	3380,7	-14,4 %
Marzo	6572,9	5840,5	-11,1 %
Aprile	8233,7	7755,6	-5,8 %
Maggio	9311,7	8963,2	-3,7 %
Giugno	11975,2	11188,3	-6,6 %
Luglio	11474,2	10792,9	-5,9 %
Agosto	9001,2	8571,0	-4,8 %
Settembre	8466,2	7366,9	-13,0 %
Ottobre	4392,7	3981,4	-9,4 %
Novembre	2093,1	2048,8	-2,1 %
Dicembre	2227,6	1973,7	-11,4 %
Anno	80773,4	74277,6	-8,0 %

CAVI ELETTRICI E CABLAGGI

Il cablaggio elettrico avverrà per mezzo di cavi con conduttori isolati in rame con le seguenti prescrizioni:

- Sezione delle anime in rame calcolate secondo norme CEI-UNEL/IEC
- Tipo FG21 se in esterno o FG16 se in cavidotti su percorsi interrati
- Tipo FS17 se all'interno di cavidotti di edifici

Inoltre i cavi saranno a norma CEI 20-13, CEI20-22II e CEI 20-37 I, marchiatura I.M.Q., colorazione delle anime secondo norme UNEL.
Per non compromettere la sicurezza di chi opera sull'impianto durante la verifica o l'adeguamento o la manutenzione, i conduttori avranno la seguente colorazione:

- Conduttori di protezione: giallo-verde (obbligatorio)
- Conduttore di neutro: blu chiaro (obbligatorio)
- Conduttore di fase: grigio / marrone
- Conduttore per circuiti in C.C.: chiaramente siglato con indicazione del positivo con "+" e del negativo con "–"

Come è possibile notare dalle prescrizioni sopra esposte, le sezioni dei conduttori degli impianti fotovoltaici sono sicuramente sovradimensionate per le correnti e le limitate distanze in gioco.
Con tali sezioni la caduta di potenziale viene contenuta entro il 2% del valore misurato da qualsiasi modulo posato al gruppo di conversione.

Cablaggio: **Stringa - Q. Campo**

Descrizione	Valore
Identificazione:	1x6 H1Z2Z2-K 1 KV - rosso 1x6 H1Z2Z2-K 1 KV - nero
Lunghezza complessiva:	100 m
Lunghezza di dimensionamento:	100 m
Circuiti in prossimità:	12
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	13 - cavi unipolari con guaina, con o senza armatura su passerelle perforate
Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Unipolare
Materiale:	Rame
Designazione:	H1Z2Z2-K
Tipo di isolante:	HEPR
Formazione:	2x(1x6)
N° conduttori positivo/fase:	1
Sez. positivo/fase:	6 mm²
N° conduttori negativo/neutro:	1
Sez. negativo/neutro:	6 mm²
N° conduttori PE:	
Sez. PE:	
Tensione nominale:	658,5 V

Corrente d'impiego:	10,8 A
Corrente di c.c. moduli	104,1 A

Cablaggio: **Q. Campo - Q. Inverter**

Descrizione	Valore
Identificazione:	FG16OM16 0.6/1 kV - 2X25
Lunghezza complessiva:	60 m
Lunghezza di dimensionamento:	60 m
Circuiti in prossimità:	6
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	13 - cavi multipolari con o senza armatura su passerelle perforate
Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Multipolare
Materiale:	Rame
Designazione:	FG16OM16 0.6/1 kV
Tipo di isolante:	HEPR
Formazione:	2x25
N° conduttori positivo/fase:	1
Sez. positivo/fase:	25 mm²
N° conduttori negativo/neutro:	1
Sez. negativo/neutro:	25 mm²
N° conduttori PE:	
Sez. PE:	
Tensione nominale:	658,5 V
Corrente d'impiego:	54,1 A
Corrente di c.c. moduli	57,9 A

Cablaggio: **Q. Inverter - Q. Misura**

Descrizione	Valore
Identificazione:	FG16M16 0.6/1 kV - 1X95 FG16M16 0.6/1 kV - 1X50 FG17 450/750V - 1X50 giallo/verde
Lunghezza complessiva:	100 m
Lunghezza di dimensionamento:	100 m
Circuiti in prossimità:	62
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	13 - cavi unipolari con guaina, con o senza armatura su passerelle perforate
Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Unipolare

Materiale:	Rame
Designazione:	FG16M16 0.6/1 kV
Tipo di isolante:	HEPR
Formazione:	3x(1x95)+1x50+1G50
N° conduttori positivo/fase:	1
Sez. positivo/fase:	95 mm²
N° conduttori negativo/neutro:	1
Sez. negativo/neutro:	50 mm²
N° conduttori PE:	1
Sez. PE:	50 mm²
Tensione nominale:	400 V
Corrente d'impiego:	108,3 A

Cablaggio: **Q. Misura - Cabina BT/MT**

Descrizione	Valore
Identificazione:	
Lunghezza complessiva:	100 m
Lunghezza di dimensionamento:	100 m
Circuiti in prossimità:	6
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	13 - cavi unipolari con guaina, con o senza armatura su passerelle perforate
Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Unipolare
Materiale:	Rame
Designazione:	FG16M16 0.6/1 kV
Tipo di isolante:	HEPR
Formazione:	3x(4x185)+2x185+2G185
N° conduttori positivo/fase:	4
Sez. positivo/fase:	185 mm²
N° conduttori negativo/neutro:	2
Sez. negativo/neutro:	185 mm²
N° conduttori PE:	2
Sez. PE:	185 mm²
Tensione nominale:	400 V
Corrente d'impiego:	829,9 A

QUADRI ELETTRICI

- **Quadro di campo lato corrente continua**
  Si prevede di installare un quadro a monte di ogni convertitore per il collegamento in parallelo delle stringhe, il sezionamento, la misurazione e il controllo dei dati in uscita dal generatore.

- **Quadro di parallelo lato corrente alternata**
  Si prevede di installare un quadro di parallelo in alternata all'interno di in una cassetta posta a valle dei convertitori statici per la misurazione, il collegamento e il controllo delle grandezze in uscita dagli inverter. All'interno di tale quadro, sarà inserito il sistema di interfaccia alla rete e il contatore in uscita della Società distributrice dell'energia elettrica .

SEPARAZIONE GALVANICA E MESSA A TERRA

Deve essere prevista la separazione galvanica tra la parte in corrente continua dell'impianto e la rete; tale separazione può essere sostituita da una protezione sensibile alla corrente continua se la potenza complessiva di produzione non supera i 20 kW.
Soluzioni tecniche diverse da quelle sopra suggerite, sono adottabili, purché nel rispetto delle norme vigenti e della buona regola dell'arte.
Il campo fotovoltaico sarà gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra. Le stringhe saranno, costituite dalla serie di singoli moduli fotovoltaici e singolarmente sezionabili, provviste di diodo di blocco e di protezioni contro le sovratensioni.
Ai fini della sicurezza, se la rete di utente o parte di essa è ritenuta non idonea a sopportare la maggiore intensità di corrente disponibile (dovuta al contributo dell'impianto fotovoltaico), la rete stessa o la parte interessata dovrà essere opportunamente protetta.
La struttura di sostegno verrà regolarmente collegata all'impianto di terra esistente.

SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO (SCM)

Il sistema di controllo e monitoraggio, permette per mezzo di un computer ed un software dedicato, di interrogare in ogni istante l'impianto al fine di verificare la funzionalità degli inverter installati con la possibilità di visionare le indicazioni tecniche (Tensione, corrente, potenza etc..) di ciascun inverter.
E' possibile inoltre leggere nella memoria eventi del convertitore tutte le grandezze elettriche dei giorni passati.

VERIFICHE

Al termine dei lavori l'installatore dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche tecnico-funzionali:

- corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete, ecc.);
- continuità elettrica e connessioni tra moduli;
- messa a terra di masse e scaricatori;
- isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;

L'impianto deve essere realizzato con componenti che in fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0, 78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25.

Il generatore Data Hall 2 soddisfa le seguenti condizioni:

Limiti in tensione

Tensione minima Vn a 70,00 °C (573,6 V) maggiore di Vmpp min. (460,0 V)

Tensione massima Vn a -10,00 °C (724,5 V) inferiore a Vmpp max. (820,0 V)

Tensione a vuoto Vo a -10,00 °C (855,0 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (950,0 V)

Tensione a vuoto Vo a -10,00 °C (855,0 V) inferiore alla tensione max. di isolamento (1500,0 V)

Limiti in corrente

Corrente massima di ingresso riferita a Isc (115,7 A) inferiore alla corrente massima inverter (170,0 A)

Limiti in potenza

Dimensionamento in potenza (91,9%) compreso tra 80,0% e il 120,0%

Parcheggio Privato ad uso Pubblico 01

Il generatore è composto da n° 180 moduli del tipo Silicio monocristallino con una vita utile stimata di oltre 20 anni e degradazione della produzione dovuta ad invecchiamento del 0,8 % annuo.

CARATTERISTICHE DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO	
Numero di moduli:	180
Numero inverter:	1
Potenza nominale:	75 kW
Potenza di picco:	85,5 kWp
Performance ratio:	79,4 %

DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI	
Costruttore:	SUNPOWER
Serie / Sigla:	MAXEON 6 SPR-MAX6-475-COM
Tecnologia costruttiva:	Silicio monocristallino
Caratteristiche elettriche	
Potenza massima:	475 Wp
Rendimento:	22,3 %
Tensione nominale:	43,9 V
Tensione a vuoto:	52,6 V
Corrente nominale:	10,8 A
Corrente di corto circuito:	11,6 A
Dimensioni	
Dimensioni:	1039 mm x 2047 mm
Peso:	22,7 kg

I valori di tensione alle varie temperature di funzionamento (minima, massima e d'esercizio) rientrano nel range di accettabilità ammesso dall'inverter.

La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici è messa a terra mediante appositi scaricatori di sovratensione con indicazione ottica di fuori servizio, al fine di garantire la protezione dalle scariche di origine atmosferica.

GRUPPO DI CONVERSIONE

Il gruppo di conversione è composto dai convertitori statici (Inverter).
Il convertitore c.c./c.a. utilizzato è idoneo al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto.

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 0-21 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza)
- Ingresso lato cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT.
- Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.
- Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 0-21 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.
- Conformità marchio CE.
- Grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico (IP65).
- Dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto.
- Campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore FV.
- Efficienza massima >= 90% al 70% della potenza nominale.

Il gruppo di conversione è composto da 1 inverter.

Dati costruttivi degli inverter	
Costruttore:	FRONIUS INTERNATIONAL
Serie / Sigla:	AGILO AGILO 75.0-3 OUTD (2016)
Inseguitori:	1
Ingressi per inseguitore:	4
Caratteristiche elettriche	
Potenza nominale:	75 kW
Potenza massima:	77,5 kW
Potenza massima per inseguitore:	77,5 kW
Tensione nominale:	460 V
Tensione massima:	950 V
Tensione minima per inseguitore:	460 V
Tensione massima per inseguitore:	820 V
Tensione nominale di uscita:	400 Vac
Corrente nominale:	170 A
Corrente massima:	170 A
Corrente massima per inseguitore:	170 A
Rendimento:	0,97

Inverter 1	**MPPT 1**
Moduli in serie:	15

Stringhe in parallelo:	12
Esposizioni:	Parcheggio 17° Ovest Tilt 0°
Tensione di MPP (STC):	658,5 V
Numero di moduli:	180

DIMENSIONAMENTO

La potenza di picco del generatore è data da:

P = Pmodulo * N°moduli = 475 Wp * 180 = 85,5 kWp

L'energia totale prodotta dall'impianto alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m² a 25°C di temperatura) si calcola come:

Esposizione	N° moduli	Radiazione solare [kWh/m²]	Energia [kWh]
Parcheggio 17° Ovest Tilt 0°	180	1 318,62	112 741,61

E = En * (1-Disp) = 93503,2 kWh

dove
Disp = Perdite di potenza ottenuta da

Perdite per ombreggiamento:	0,1 %
Perdite per aumento di temperatura:	3,5 %
Perdite di mismatching:	5,0 %
Perdite in corrente continua:	1,5 %
Altre perdite (sporcizia, tolleranze...):	5,0 %
Perdite per conversione:	3,3 %
Perdite totali:	17,1 %

TABELLA PERDITE PER OMBREGGIAMENTO

Mese	Senza ostacoli [kWh]	Produzione reale [kWh]	Perdita [kWh]
Gennaio	3281,2	3281,2	0,0 %
Febbraio	4358,3	4358,3	0,0 %
Marzo	7473,6	7453,0	-0,3 %
Aprile	9589,1	9589,1	0,0 %
Maggio	11050,3	11035,8	-0,1 %
Giugno	14294,1	14294,1	0,0 %
Luglio	13656,6	13656,6	0,0 %
Agosto	10576,9	10565,8	-0,1 %
Settembre	9720,6	9720,6	0,0 %
Ottobre	4894,1	4887,5	-0,1 %
Novembre	2276,6	2276,6	0,0 %
Dicembre	2384,5	2384,5	0,0 %
Anno	93555,9	93503,2	-0,1 %

CAVI ELETTRICI E CABLAGGI

Il cablaggio elettrico avverrà per mezzo di cavi con conduttori isolati in rame con le seguenti prescrizioni:

- Sezione delle anime in rame calcolate secondo norme CEI-UNEL/IEC
- Tipo FG21 se in esterno o FG16 se in cavidotti su percorsi interrati
- Tipo FS17 se all'interno di cavidotti di edifici

Inoltre i cavi saranno a norma CEI 20-13, CEI20-22II e CEI 20-37 I, marchiatura I.M.Q., colorazione delle anime secondo norme UNEL.
Per non compromettere la sicurezza di chi opera sull'impianto durante la verifica o l'adeguamento o la manutenzione, i conduttori avranno la seguente colorazione:

- Conduttori di protezione: giallo-verde (obbligatorio)
- Conduttore di neutro: blu chiaro (obbligatorio)
- Conduttore di fase: grigio / marrone
- Conduttore per circuiti in C.C.: chiaramente siglato con indicazione del positivo con "+" e del negativo con "–"

Come è possibile notare dalle prescrizioni sopra esposte, le sezioni dei conduttori degli impianti fotovoltaici sono sicuramente sovradimensionate per le correnti e le limitate distanze in gioco.
Con tali sezioni la caduta di potenziale viene contenuta entro il 2% del valore misurato da qualsiasi modulo posato al gruppo di conversione.

Cablaggio: **Stringa - Q. Campo**

Descrizione	Valore
Identificazione:	1x6 H1Z2Z2-K 1 KV - rosso 1x6 H1Z2Z2-K 1 KV - nero
Lunghezza complessiva:	100 m
Lunghezza di dimensionamento:	100 m
Circuiti in prossimità:	12
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	13 - cavi unipolari con guaina, con o senza armatura su passerelle perforate
Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Unipolare
Materiale:	Rame
Designazione:	H1Z2Z2-K
Tipo di isolante:	HEPR
Formazione:	2x(1x6)
N° conduttori positivo/fase:	1
Sez. positivo/fase:	6 mm²
N° conduttori negativo/neutro:	1
Sez. negativo/neutro:	6 mm²
N° conduttori PE:	
Sez. PE:	
Tensione nominale:	658,5 V

Corrente d'impiego:	10,8 A
Corrente di c.c. moduli	127,3 A

Cablaggio: **Q. Campo - Q. Inverter**

Descrizione	Valore
Identificazione:	FG16OM16 0.6/1 kV - 2X25
Lunghezza complessiva:	60 m
Lunghezza di dimensionamento:	60 m
Circuiti in prossimità:	61
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	13 - cavi multipolari con o senza armatura su passerelle perforate
Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Multipolare
Materiale:	Rame
Designazione:	FG16OM16 0.6/1 kV
Tipo di isolante:	HEPR
Formazione:	2x25
N° conduttori positivo/fase:	1
Sez. positivo/fase:	25 mm²
N° conduttori negativo/neutro:	1
Sez. negativo/neutro:	25 mm²
N° conduttori PE:	
Sez. PE:	
Tensione nominale:	658,5 V
Corrente d'impiego:	32,5 A
Corrente di c.c. moduli	104,1 A

Cablaggio: **Q. Inverter - Q. Misura**

Descrizione	Valore
Identificazione:	FG16M16 0.6/1 kV - 1X95 FG16M16 0.6/1 kV - 1X50 FG17 450/750V - 1X50 giallo/verde
Lunghezza complessiva:	100 m
Lunghezza di dimensionamento:	100 m
Circuiti in prossimità:	62
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	13 - cavi unipolari con guaina, con o senza armatura su passerelle perforate
Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Unipolare

Materiale:	Rame
Designazione:	FG16M16 0.6/1 kV
Tipo di isolante:	HEPR
Formazione:	3x(1x95)+1x50+1G50
N° conduttori positivo/fase:	1
Sez. positivo/fase:	95 mm²
N° conduttori negativo/neutro:	1
Sez. negativo/neutro:	50 mm²
N° conduttori PE:	1
Sez. PE:	50 mm²
Tensione nominale:	400 V
Corrente d'impiego:	108,3 A

Cablaggio: **Q. Misura - Cabina BT/MT**

Descrizione	Valore
Identificazione:	
Lunghezza complessiva:	100 m
Lunghezza di dimensionamento:	100 m
Circuiti in prossimità:	6
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	13 - cavi unipolari con guaina, con o senza armatura su passerelle perforate
Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Unipolare
Materiale:	Rame
Designazione:	FG16M16 0.6/1 kV
Tipo di isolante:	HEPR
Formazione:	3x(4x185)+2x185+2G185
N° conduttori positivo/fase:	4
Sez. positivo/fase:	185 mm²
N° conduttori negativo/neutro:	2
Sez. negativo/neutro:	185 mm²
N° conduttori PE:	2
Sez. PE:	185 mm²
Tensione nominale:	400 V
Corrente d'impiego:	829,9 A

QUADRI ELETTRICI

- **Quadro di campo lato corrente continua**
  Si prevede di installare un quadro a monte di ogni convertitore per il collegamento in parallelo delle stringhe, il sezionamento, la misurazione e il controllo dei dati in uscita dal generatore.

- **Quadro di parallelo lato corrente alternata**
  Si prevede di installare un quadro di parallelo in alternata all'interno di in una cassetta posta a valle dei convertitori statici per la misurazione, il collegamento e il controllo delle grandezze in uscita dagli inverter. All'interno di tale quadro, sarà inserito il sistema di interfaccia alla rete e il contatore in uscita della Società distributrice dell'energia elettrica .

SEPARAZIONE GALVANICA E MESSA A TERRA

Deve essere prevista la separazione galvanica tra la parte in corrente continua dell'impianto e la rete; tale separazione può essere sostituita da una protezione sensibile alla corrente continua se la potenza complessiva di produzione non supera i 20 kW.
Soluzioni tecniche diverse da quelle sopra suggerite, sono adottabili, purché nel rispetto delle norme vigenti e della buona regola dell'arte.
Il campo fotovoltaico sarà gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra. Le stringhe saranno, costituite dalla serie di singoli moduli fotovoltaici e singolarmente sezionabili, provviste di diodo di blocco e di protezioni contro le sovratensioni.
Ai fini della sicurezza, se la rete di utente o parte di essa è ritenuta non idonea a sopportare la maggiore intensità di corrente disponibile (dovuta al contributo dell'impianto fotovoltaico), la rete stessa o la parte interessata dovrà essere opportunamente protetta.
La struttura di sostegno verrà regolarmente collegata all'impianto di terra esistente.

SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO (SCM)

Il sistema di controllo e monitoraggio, permette per mezzo di un computer ed un software dedicato, di interrogare in ogni istante l'impianto al fine di verificare la funzionalità degli inverter installati con la possibilità di visionare le indicazioni tecniche (Tensione, corrente, potenza etc..) di ciascun inverter.
E' possibile inoltre leggere nella memoria eventi del convertitore tutte le grandezze elettriche dei giorni passati.

VERIFICHE

Al termine dei lavori l'installatore dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche tecnico-funzionali:

- corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete, ecc.);
- continuità elettrica e connessioni tra moduli;
- messa a terra di masse e scaricatori;
- isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;

L'impianto deve essere realizzato con componenti che in fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0, 78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25.

Il generatore Parcheggio Privato ad uso Pubblico 01 soddisfa le seguenti condizioni:

Limiti in tensione

Tensione minima Vn a 70,00 °C (573,6 V) maggiore di Vmpp min. (460,0 V)

Tensione massima Vn a -10,00 °C (724,5 V) inferiore a Vmpp max. (820,0 V)

Tensione a vuoto Vo a -10,00 °C (855,0 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (950,0 V)

Tensione a vuoto Vo a -10,00 °C (855,0 V) inferiore alla tensione max. di isolamento (1500,0 V)

Limiti in corrente

Corrente massima di ingresso riferita a Isc (138,8 A) inferiore alla corrente massima inverter (170,0 A)

Limiti in potenza

Dimensionamento in potenza (110,3%) compreso tra 80,0% e il 120,0%

Parcheggio Privato ad uso Pubblico 02

Il generatore è composto da n° 180 moduli del tipo Silicio monocristallino con una vita utile stimata di oltre 20 anni e degradazione della produzione dovuta ad invecchiamento del 0,8 % annuo.

CARATTERISTICHE DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO	
Numero di moduli:	180
Numero inverter:	1
Potenza nominale:	75 kW
Potenza di picco:	85,5 kWp
Performance ratio:	79,4 %

DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI	
Costruttore:	SUNPOWER
Serie / Sigla:	MAXEON 6 SPR-MAX6-475-COM
Tecnologia costruttiva:	Silicio monocristallino
Caratteristiche elettriche	
Potenza massima:	475 Wp
Rendimento:	22,3 %
Tensione nominale:	43,9 V
Tensione a vuoto:	52,6 V
Corrente nominale:	10,8 A
Corrente di corto circuito:	11,6 A
Dimensioni	
Dimensioni:	1039 mm x 2047 mm
Peso:	22,7 kg

I valori di tensione alle varie temperature di funzionamento (minima, massima e d'esercizio) rientrano nel range di accettabilità ammesso dall'inverter.

La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici è messa a terra mediante appositi scaricatori di sovratensione con indicazione ottica di fuori servizio, al fine di garantire la protezione dalle scariche di origine atmosferica.

GRUPPO DI CONVERSIONE

Il gruppo di conversione è composto dai convertitori statici (Inverter).
Il convertitore c.c./c.a. utilizzato è idoneo al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto.

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 0-21 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza)
- Ingresso lato cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT.
- Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.
- Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 0-21 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.
- Conformità marchio CE.
- Grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico (IP65).
- Dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto.
- Campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore FV.
- Efficienza massima >= 90% al 70% della potenza nominale.

Il gruppo di conversione è composto da 1 inverter.

Dati costruttivi degli inverter	
Costruttore:	FRONIUS INTERNATIONAL
Serie / Sigla:	AGILO AGILO 75.0-3 OUTD (2016)
Inseguitori:	1
Ingressi per inseguitore:	4
Caratteristiche elettriche	
Potenza nominale:	75 kW
Potenza massima:	77,5 kW
Potenza massima per inseguitore:	77,5 kW
Tensione nominale:	460 V
Tensione massima:	950 V
Tensione minima per inseguitore:	460 V
Tensione massima per inseguitore:	820 V
Tensione nominale di uscita:	400 Vac
Corrente nominale:	170 A
Corrente massima:	170 A
Corrente massima per inseguitore:	170 A
Rendimento:	0,97

Inverter 1	**MPPT 1**
Moduli in serie:	15
Stringhe in parallelo:	12
Esposizioni:	Parcheggio 17° Ovest Tilt 0°
Tensione di MPP (STC):	658,5 V
Numero di moduli:	180

DIMENSIONAMENTO

La potenza di picco del generatore è data da:

P = Pmodulo * N°moduli = 475 Wp * 180 = 85,5 kWp

L'energia totale prodotta dall'impianto alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m² a 25°C di temperatura) si calcola come:

Esposizione	N° moduli	Radiazione solare [kWh/m²]	Energia [kWh]
Parcheggio 17° Ovest Tilt 0°	180	1 318,62	112 741,61

E = En * (1-Disp) = 93548,6 kWh

dove
Disp = Perdite di potenza ottenuta da

Perdite per ombreggiamento:	0,0 %
Perdite per aumento di temperatura:	3,5 %
Perdite di mismatching:	5,0 %
Perdite in corrente continua:	1,5 %
Altre perdite (sporcizia, tolleranze...):	5,0 %
Perdite per conversione:	3,3 %
Perdite totali:	17,0 %

TABELLA PERDITE PER OMBREGGIAMENTO

Mese	Senza ostacoli [kWh]	Produzione reale [kWh]	Perdita [kWh]
Gennaio	3281,2	3281,2	0,0 %
Febbraio	4358,3	4358,3	0,0 %
Marzo	7473,6	7466,3	-0,1 %
Aprile	9589,1	9589,1	0,0 %
Maggio	11050,3	11050,3	0,0 %
Giugno	14294,1	14294,1	0,0 %
Luglio	13656,6	13656,6	0,0 %
Agosto	10576,9	10576,9	0,0 %
Settembre	9720,6	9720,6	0,0 %
Ottobre	4894,1	4894,1	0,0 %
Novembre	2276,6	2276,6	0,0 %
Dicembre	2384,5	2384,5	0,0 %
Anno	93555,9	93548,6	0,0 %

CAVI ELETTRICI E CABLAGGI

Il cablaggio elettrico avverrà per mezzo di cavi con conduttori isolati in rame con le seguenti prescrizioni:

- Sezione delle anime in rame calcolate secondo norme CEI-UNEL/IEC
- Tipo FG21 se in esterno o FG16 se in cavidotti su percorsi interrati
- Tipo FS17 se all'interno di cavidotti di edifici

Inoltre i cavi saranno a norma CEI 20-13, CEI20-22II e CEI 20-37 I, marchiatura I.M.Q., colorazione delle anime secondo norme UNEL.
Per non compromettere la sicurezza di chi opera sull'impianto durante la verifica o l'adeguamento o la manutenzione, i conduttori avranno la seguente colorazione:

- Conduttori di protezione: giallo-verde (obbligatorio)
- Conduttore di neutro: blu chiaro (obbligatorio)
- Conduttore di fase: grigio / marrone
- Conduttore per circuiti in C.C.: chiaramente siglato con indicazione del positivo con "+" e del negativo con "–"

Come è possibile notare dalle prescrizioni sopra esposte, le sezioni dei conduttori degli impianti fotovoltaici sono sicuramente sovradimensionate per le correnti e le limitate distanze in gioco.
Con tali sezioni la caduta di potenziale viene contenuta entro il 2% del valore misurato da qualsiasi modulo posato al gruppo di conversione.

Cablaggio: **Stringa - Q. Campo**

Descrizione	Valore
Identificazione:	1x6 H1Z2Z2-K 1 KV - rosso 1x6 H1Z2Z2-K 1 KV - nero
Lunghezza complessiva:	100 m
Lunghezza di dimensionamento:	100 m
Circuiti in prossimità:	12
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	13 - cavi unipolari con guaina, con o senza armatura su passerelle perforate
Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Unipolare
Materiale:	Rame
Designazione:	H1Z2Z2-K
Tipo di isolante:	HEPR
Formazione:	2x(1x6)
N° conduttori positivo/fase:	1
Sez. positivo/fase:	6 mm²
N° conduttori negativo/neutro:	1
Sez. negativo/neutro:	6 mm²
N° conduttori PE:	

Sez. PE:	
Tensione nominale:	658,5 V
Corrente d'impiego:	10,8 A
Corrente di c.c. moduli	127,3 A

Cablaggio: **Q. Campo - Q. Inverter**

Descrizione	Valore
Identificazione:	FG16OM16 0.6/1 kV - 2X25
Lunghezza complessiva:	60 m
Lunghezza di dimensionamento:	60 m
Circuiti in prossimità:	6
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	13 - cavi multipolari con o senza armatura su passerelle perforate
Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Multipolare
Materiale:	Rame
Designazione:	FG16OM16 0.6/1 kV
Tipo di isolante:	HEPR
Formazione:	2x25
N° conduttori positivo/fase:	1
Sez. positivo/fase:	25 mm²
N° conduttori negativo/neutro:	1
Sez. negativo/neutro:	25 mm²
N° conduttori PE:	
Sez. PE:	
Tensione nominale:	658,5 V
Corrente d'impiego:	32,5 A
Corrente di c.c. moduli	104,1 A

Cablaggio: **Q. Inverter - Q. Misura**

Descrizione	Valore
Identificazione:	FG16M16 0.6/1 kV - 1X95 FG16M16 0.6/1 kV - 1X50 FG17 450/750V - 1X50 giallo/verde
Lunghezza complessiva:	100 m
Lunghezza di dimensionamento:	100 m
Circuiti in prossimità:	62
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	13 - cavi unipolari con guaina, con o senza armatura su passerelle perforate

Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Unipolare
Materiale:	Rame
Designazione:	FG16M16 0.6/1 kV
Tipo di isolante:	HEPR
Formazione:	3x(1x95)+1x50+1G50
N° conduttori positivo/fase:	1
Sez. positivo/fase:	95 mm²
N° conduttori negativo/neutro:	1
Sez. negativo/neutro:	50 mm²
N° conduttori PE:	1
Sez. PE:	50 mm²
Tensione nominale:	400 V
Corrente d'impiego:	108,3 A

Cablaggio: **Q. Misura - Cabina BT/MT**

Descrizione	Valore
Identificazione:	
Lunghezza complessiva:	100 m
Lunghezza di dimensionamento:	100 m
Circuiti in prossimità:	6
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	13 - cavi unipolari con guaina, con o senza armatura su passerelle perforate
Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Unipolare
Materiale:	Rame
Designazione:	FG16M16 0.6/1 kV
Tipo di isolante:	HEPR
Formazione:	3x(4x185)+2x185+2G185
N° conduttori positivo/fase:	4
Sez. positivo/fase:	185 mm²
N° conduttori negativo/neutro:	2
Sez. negativo/neutro:	185 mm²
N° conduttori PE:	2
Sez. PE:	185 mm²
Tensione nominale:	400 V
Corrente d'impiego:	829,9 A

QUADRI ELETTRICI

- **Quadro di campo lato corrente continua**
  Si prevede di installare un quadro a monte di ogni convertitore per il collegamento in parallelo delle stringhe, il sezionamento, la misurazione e il controllo dei dati in uscita dal generatore.

- **Quadro di parallelo lato corrente alternata**
  Si prevede di installare un quadro di parallelo in alternata all'interno di in una cassetta posta a valle dei convertitori statici per la misurazione, il collegamento e il controllo delle grandezze in uscita dagli inverter. All'interno di tale quadro, sarà inserito il sistema di interfaccia alla rete e il contatore in uscita della Società distributrice dell'energia elettrica .

SEPARAZIONE GALVANICA E MESSA A TERRA

Deve essere prevista la separazione galvanica tra la parte in corrente continua dell'impianto e la rete; tale separazione può essere sostituita da una protezione sensibile alla corrente continua se la potenza complessiva di produzione non supera i 20 kW.
Soluzioni tecniche diverse da quelle sopra suggerite, sono adottabili, purché nel rispetto delle norme vigenti e della buona regola dell'arte.
Il campo fotovoltaico sarà gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra. Le stringhe saranno, costituite dalla serie di singoli moduli fotovoltaici e singolarmente sezionabili, provviste di diodo di blocco e di protezioni contro le sovratensioni.
Ai fini della sicurezza, se la rete di utente o parte di essa è ritenuta non idonea a sopportare la maggiore intensità di corrente disponibile (dovuta al contributo dell'impianto fotovoltaico), la rete stessa o la parte interessata dovrà essere opportunamente protetta.
La struttura di sostegno verrà regolarmente collegata all'impianto di terra esistente.

SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO (SCM)

Il sistema di controllo e monitoraggio, permette per mezzo di un computer ed un software dedicato, di interrogare in ogni istante l'impianto al fine di verificare la funzionalità degli inverter installati con la possibilità di visionare le indicazioni tecniche (Tensione, corrente, potenza etc..) di ciascun inverter.
E' possibile inoltre leggere nella memoria eventi del convertitore tutte le grandezze elettriche dei giorni passati.

VERIFICHE

Al termine dei lavori l'installatore dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche tecnico-funzionali:

- corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete, ecc.);
- continuità elettrica e connessioni tra moduli;
- messa a terra di masse e scaricatori;
- isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;

L'impianto deve essere realizzato con componenti che in fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0, 78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25.

Il generatore Parcheggio Privato ad uso Pubblico 02 soddisfa le seguenti condizioni:

Limiti in tensione

Tensione minima Vn a 70,00 °C (573,6 V) maggiore di Vmpp min. (460,0 V)

Tensione massima Vn a -10,00 °C (724,5 V) inferiore a Vmpp max. (820,0 V)

Tensione a vuoto Vo a -10,00 °C (855,0 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (950,0 V)

Tensione a vuoto Vo a -10,00 °C (855,0 V) inferiore alla tensione max. di isolamento (1500,0 V)

Limiti in corrente

Corrente massima di ingresso riferita a Isc (138,8 A) inferiore alla corrente massima inverter (170,0 A)

Limiti in potenza

Dimensionamento in potenza (110,3%) compreso tra 80,0% e il 120,0%

Parcheggio Privato ad uso Pubblico 03

Il generatore è composto da n° 105 moduli del tipo Silicio monocristallino con una vita utile stimata di oltre 20 anni e degradazione della produzione dovuta ad invecchiamento del 0,8 % annuo.

CARATTERISTICHE DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO	
Numero di moduli:	105
Numero inverter:	1
Potenza nominale:	49,875 kW
Potenza di picco:	49,875 kWp
Performance ratio:	79,4 %

DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI	
Costruttore:	SUNPOWER
Serie / Sigla:	MAXEON 6 SPR-MAX6-475-COM
Tecnologia costruttiva:	Silicio monocristallino
Caratteristiche elettriche	
Potenza massima:	475 Wp
Rendimento:	22,3 %
Tensione nominale:	43,9 V
Tensione a vuoto:	52,6 V
Corrente nominale:	10,8 A
Corrente di corto circuito:	11,6 A
Dimensioni	
Dimensioni:	1039 mm x 2047 mm
Peso:	22,7 kg

I valori di tensione alle varie temperature di funzionamento (minima, massima e d'esercizio) rientrano nel range di accettabilità ammesso dall'inverter.

La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici è messa a terra mediante appositi scaricatori di sovratensione con indicazione ottica di fuori servizio, al fine di garantire la protezione dalle scariche di origine atmosferica.

GRUPPO DI CONVERSIONE

Il gruppo di conversione è composto dai convertitori statici (Inverter).
Il convertitore c.c./c.a. utilizzato è idoneo al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto.

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 0-21 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza)
- Ingresso lato cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT.
- Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.
- Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 0-21 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.
- Conformità marchio CE.
- Grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico (IP65).
- Dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto.
- Campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore FV.
- Efficienza massima >= 90% al 70% della potenza nominale.

Il gruppo di conversione è composto da 1 inverter.

Dati costruttivi degli inverter	
Costruttore:	FRONIUS INTERNATIONAL
Serie / Sigla:	TAURO TAURO ECO 50-3-P
Inseguitori:	1
Ingressi per inseguitore:	14
Caratteristiche elettriche	
Potenza nominale:	50 kW
Potenza massima:	51,3 kW
Potenza massima per inseguitore:	51,3 kW
Tensione nominale:	1000 V
Tensione massima:	1000 V
Tensione minima per inseguitore:	200 V
Tensione massima per inseguitore:	1000 V
Tensione nominale di uscita:	400 Vac
Corrente nominale:	87,5 A
Corrente massima:	87,5 A
Corrente massima per inseguitore:	87,5 A
Rendimento:	0,98

Inverter 1	**MPPT 1**
Moduli in serie:	15
Stringhe in parallelo:	7
Esposizioni:	Parcheggio 17° Ovest Tilt 0°
Tensione di MPP (STC):	658,5 V
Numero di moduli:	105

DIMENSIONAMENTO

La potenza di picco del generatore è data da:

P = Pmodulo * N°moduli = 475 Wp * 105 = 49,875 kWp

L'energia totale prodotta dall'impianto alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m² a 25°C di temperatura) si calcola come:

Esposizione	N° moduli	Radiazione solare [kWh/m²]	Energia [kWh]
Parcheggio 17° Ovest Tilt 0°	105	1 318,62	65 765,94

E = En * (1-Disp) = 55025,8 kWh

dove
Disp = Perdite di potenza ottenuta da

Perdite per ombreggiamento:	0,0 %
Perdite per aumento di temperatura:	3,5 %
Perdite di mismatching:	5,0 %
Perdite in corrente continua:	1,5 %
Altre perdite (sporcizia, tolleranze...):	5,0 %
Perdite per conversione:	2,5 %
Perdite totali:	16,3 %

TABELLA PERDITE PER OMBREGGIAMENTO

Mese	Senza ostacoli [kWh]	Produzione reale [kWh]	Perdita [kWh]
Gennaio	1929,8	1929,8	0,0 %
Febbraio	2563,4	2563,4	0,0 %
Marzo	4395,6	4395,6	0,0 %
Aprile	5639,9	5639,9	0,0 %
Maggio	6499,3	6499,3	0,0 %
Giugno	8407,2	8407,2	0,0 %
Luglio	8032,3	8032,3	0,0 %
Agosto	6220,9	6220,9	0,0 %
Settembre	5717,3	5717,3	0,0 %
Ottobre	2878,5	2878,5	0,0 %
Novembre	1339,0	1339,0	0,0 %
Dicembre	1402,5	1402,5	0,0 %
Anno	55025,8	55025,8	0,0 %

CAVI ELETTRICI E CABLAGGI

Il cablaggio elettrico avverrà per mezzo di cavi con conduttori isolati in rame con le seguenti prescrizioni:

- Sezione delle anime in rame calcolate secondo norme CEI-UNEL/IEC
- Tipo FG21 se in esterno o FG16 se in cavidotti su percorsi interrati
- Tipo FS17 se all'interno di cavidotti di edifici

Inoltre i cavi saranno a norma CEI 20-13, CEI20-22II e CEI 20-37 I, marchiatura I.M.Q., colorazione delle anime secondo norme UNEL.
Per non compromettere la sicurezza di chi opera sull'impianto durante la verifica o l'adeguamento o la manutenzione, i conduttori avranno la seguente colorazione:

- Conduttori di protezione: giallo-verde (obbligatorio)
- Conduttore di neutro: blu chiaro (obbligatorio)
- Conduttore di fase: grigio / marrone
- Conduttore per circuiti in C.C.: chiaramente siglato con indicazione del positivo con "+" e del negativo con "–"

Come è possibile notare dalle prescrizioni sopra esposte, le sezioni dei conduttori degli impianti fotovoltaici sono sicuramente sovradimensionate per le correnti e le limitate distanze in gioco.
Con tali sezioni la caduta di potenziale viene contenuta entro il 2% del valore misurato da qualsiasi modulo posato al gruppo di conversione.

Cablaggio: **Stringa - Q. Campo**

Descrizione	Valore
Identificazione:	1x6 H1Z2Z2-K 1 KV - rosso 1x6 H1Z2Z2-K 1 KV - nero
Lunghezza complessiva:	100 m
Lunghezza di dimensionamento:	100 m
Circuiti in prossimità:	7
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	13 - cavi unipolari con guaina, con o senza armatura su passerelle perforate
Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Unipolare
Materiale:	Rame
Designazione:	H1Z2Z2-K
Tipo di isolante:	HEPR
Formazione:	2x(1x6)
N° conduttori positivo/fase:	1
Sez. positivo/fase:	6 mm²
N° conduttori negativo/neutro:	1
Sez. negativo/neutro:	6 mm²
N° conduttori PE:	
Sez. PE:	
Tensione nominale:	658,5 V

Corrente d'impiego:	10,8 A
Corrente di c.c. moduli	69,4 A

Cablaggio: **Q. Campo - Q. Inverter**

Descrizione	Valore
Identificazione:	FG16OM16 0.6/1 kV - 2X10
Lunghezza complessiva:	60 m
Lunghezza di dimensionamento:	60 m
Circuiti in prossimità:	6
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	13 - cavi multipolari con o senza armatura su passerelle perforate
Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Multipolare
Materiale:	Rame
Designazione:	FG16OM16 0.6/1 kV
Tipo di isolante:	HEPR
Formazione:	2x10
N° conduttori positivo/fase:	1
Sez. positivo/fase:	10 mm²
N° conduttori negativo/neutro:	1
Sez. negativo/neutro:	10 mm²
N° conduttori PE:	
Sez. PE:	
Tensione nominale:	658,5 V
Corrente d'impiego:	10,8 A
Corrente di c.c. moduli	69,4 A

Cablaggio: **Q. Inverter - Q. Misura**

Descrizione	Valore
Identificazione:	FG16M16 0.6/1 kV - 1X50 FG16M16 0.6/1 kV - 1X35 FG17 450/750V - 1X35 giallo/verde
Lunghezza complessiva:	100 m
Lunghezza di dimensionamento:	100 m
Circuiti in prossimità:	6
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	13 - cavi unipolari con guaina, con o senza armatura su passerelle perforate
Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Unipolare

Materiale:	Rame
Designazione:	FG16M16 0.6/1 kV
Tipo di isolante:	HEPR
Formazione:	3x(1x50)+1x35+1G35
N° conduttori positivo/fase:	1
Sez. positivo/fase:	50 mm²
N° conduttori negativo/neutro:	1
Sez. negativo/neutro:	35 mm²
N° conduttori PE:	1
Sez. PE:	35 mm²
Tensione nominale:	400 V
Corrente d'impiego:	72,2 A

Cablaggio: **Q. Misura - Cabina BT/MT**

Descrizione	Valore
Identificazione:	
Lunghezza complessiva:	100 m
Lunghezza di dimensionamento:	100 m
Circuiti in prossimità:	6
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	13 - cavi unipolari con guaina, con o senza armatura su passerelle perforate
Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Unipolare
Materiale:	Rame
Designazione:	FG16M16 0.6/1 kV
Tipo di isolante:	HEPR
Formazione:	3x(4x185)+2x185+2G185
N° conduttori positivo/fase:	4
Sez. positivo/fase:	185 mm²
N° conduttori negativo/neutro:	2
Sez. negativo/neutro:	185 mm²
N° conduttori PE:	2
Sez. PE:	185 mm²
Tensione nominale:	400 V
Corrente d'impiego:	829,9 A

Tabella di riepilogo cavi					
Codice	**Costruttore**	**Form.**	**Des.**	**Descrizione**	**Lc**
CVPIR2086	PIRELLI CAVI e SISTEMI	2x(1x6)	H1Z2Z2-K	1x6 H1Z2Z2-K 1 KV - rosso	900 m
CVPIR2084	PIRELLI CAVI e SISTEMI	2x(1x6)	H1Z2Z2-K	1x6 H1Z2Z2-K 1 KV - nero	900 m
CVPIR2290	PIRELLI CAVI e SISTEMI	2x10	FG16OM16 0.6/1 kV	FG16OM16 0.6/1 kV - 2X10	240 m
CVPIR2368	PIRELLI CAVI e SISTEMI	3x(1x50)+1x35+1G35	FG16M16 0.6/1 kV	FG16M16 0.6/1 kV - 1X50	1200 m
CVPIR2367	PIRELLI CAVI e SISTEMI	3x(1x50)+1x35+1G35	FG16M16 0.6/1 kV	FG16M16 0.6/1 kV - 1X35	400 m
CVPIR2697	PIRELLI CAVI e SISTEMI	3x(1x50)+1x35+1G35	FG16M16 0.6/1 kV	FG17 450/750V - 1X35 giallo/verde	400 m
CVPIR2292	PIRELLI CAVI e SISTEMI	2x25	FG16OM16 0.6/1 kV	FG16OM16 0.6/1 kV - 2X25	300 m
CVPIR2370	PIRELLI CAVI e SISTEMI	3x(1x95)+1x50+1G50	FG16M16 0.6/1 kV	FG16M16 0.6/1 kV - 1X95	1500 m
CVPIR2368	PIRELLI CAVI e SISTEMI	3x(1x95)+1x50+1G50	FG16M16 0.6/1 kV	FG16M16 0.6/1 kV - 1X50	500 m
CVPIR2699	PIRELLI CAVI e SISTEMI	3x(1x95)+1x50+1G50	FG16M16 0.6/1 kV	FG17 450/750V - 1X50 giallo/verde	500 m
Q. Misura - Cabina BT/MT		3x(4x185)+2x185+2G185	FG16M16 0.6/1 kV		1600 m

QUADRI ELETTRICI

- **Quadro di campo lato corrente continua**
  Si prevede di installare un quadro a monte di ogni convertitore per il collegamento in parallelo delle stringhe, il sezionamento, la misurazione e il controllo dei dati in uscita dal generatore.

- **Quadro di parallelo lato corrente alternata**
  Si prevede di installare un quadro di parallelo in alternata all'interno di in una cassetta posta a valle dei convertitori statici per la misurazione, il collegamento e il controllo delle grandezze in uscita dagli inverter. All'interno di tale quadro, sarà inserito il sistema di interfaccia alla rete e il contatore in uscita della Società distributrice dell'energia elettrica .

SEPARAZIONE GALVANICA E MESSA A TERRA

Deve essere prevista la separazione galvanica tra la parte in corrente continua dell'impianto e la rete; tale separazione può essere sostituita da una protezione sensibile alla corrente continua se la potenza complessiva di produzione non supera i 20 kW.
Soluzioni tecniche diverse da quelle sopra suggerite, sono adottabili, purché nel rispetto delle norme vigenti e della buona regola dell'arte.
Il campo fotovoltaico sarà gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra. Le stringhe saranno, costituite dalla serie di singoli moduli fotovoltaici e singolarmente sezionabili, provviste di diodo di blocco e di protezioni contro le sovratensioni.
Ai fini della sicurezza, se la rete di utente o parte di essa è ritenuta non idonea a sopportare la maggiore intensità di corrente disponibile (dovuta al contributo dell'impianto fotovoltaico), la rete stessa o la parte interessata dovrà essere opportunamente protetta.
La struttura di sostegno verrà regolarmente collegata all'impianto di terra esistente.

SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO (SCM)

Il sistema di controllo e monitoraggio, permette per mezzo di un computer ed un software dedicato, di interrogare in ogni istante l'impianto al fine di verificare la funzionalità degli inverter installati con la possibilità di visionare le indicazioni tecniche (Tensione, corrente, potenza etc..) di ciascun inverter.
E' possibile inoltre leggere nella memoria eventi del convertitore tutte le grandezze elettriche dei giorni passati.

VERIFICHE

Al termine dei lavori l'installatore dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche tecnico-funzionali:

- corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete, ecc.);
- continuità elettrica e connessioni tra moduli;
- messa a terra di masse e scaricatori;
- isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;

L'impianto deve essere realizzato con componenti che in fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0, 78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25.

Il generatore Parcheggio Privato ad uso Pubblico 03 soddisfa le seguenti condizioni:

Limiti in tensione

Tensione minima Vn a 70,00 °C (573,6 V) maggiore di Vmpp min. (200,0 V)

Tensione massima Vn a -10,00 °C (724,5 V) inferiore a Vmpp max. (1000,0 V)

Tensione a vuoto Vo a -10,00 °C (855,0 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1000,0 V)

Tensione a vuoto Vo a -10,00 °C (855,0 V) inferiore alla tensione max. di isolamento (1500,0 V)

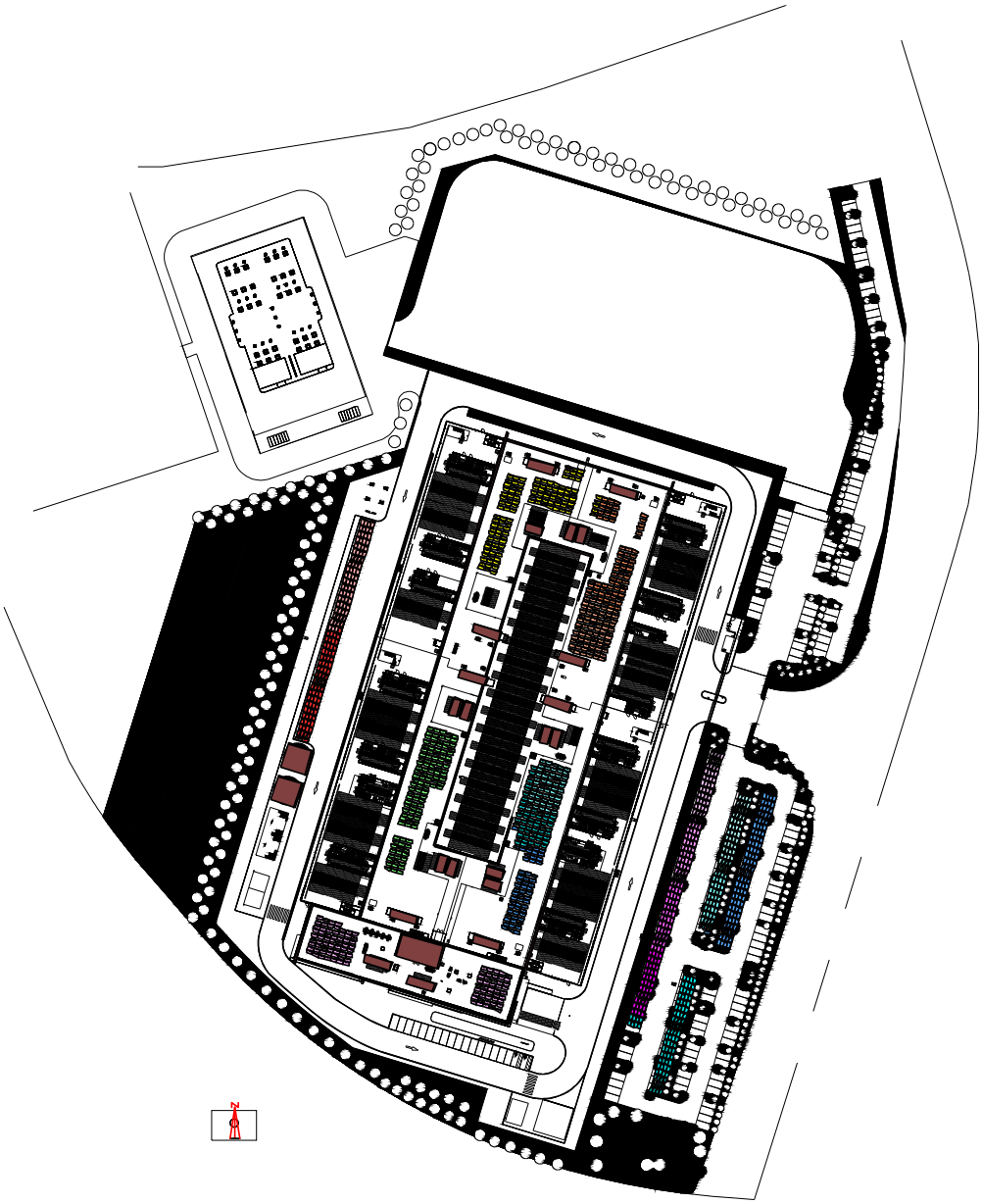
Limiti in corrente

Corrente massima di ingresso riferita a Isc (81,0 A) inferiore alla corrente massima inverter (87,5 A)

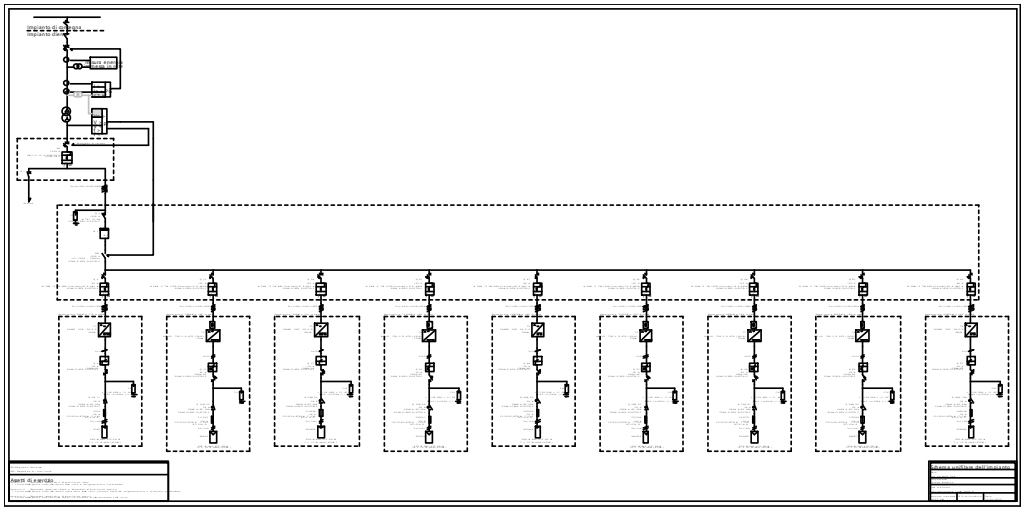
Limiti in potenza

Dimensionamento in potenza (97,3%) compreso tra 80,0% e il 120,0%

PLANIMETRIA DELL'IMPIANTO



SCHEMA UNIFILARE DELL'IMPIANTO



RIFERIMENTI NORMATIVI

La normativa e le leggi di riferimento da rispettare per la progettazione e realizzazione degli impianti fotovoltaici sono:

1) Moduli fotovoltaici

- CEI EN 61215 (CEI 82-8): Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- CEI EN 61646 (CEI 82-12): Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo;
- CEI EN 62108 (CEI 82-30): Moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) - Qualifica di progetto e approvazione di tipo;
- CEI EN 61730-1 (CEI 82-27) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 1: Prescrizioni per la costruzione;
- CEI EN 61730-2 (CEI 82-28) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 2: Prescrizioni per le prove;
- CEI EN 60904: Dispositivi fotovoltaici – Serie;
- CEI EN 50380 (CEI 82-22): Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici;
- CEI EN 50521 (CEI 82-31) Connettori per sistemi fotovoltaici - Prescrizioni di sicurezza e prove;
- CEI UNI EN ISO/IEC 17025:2008 Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura.

2) Altri componenti degli impianti fotovoltaici

- CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) – Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali;
- CEI EN 50524 (CEI 82-34) Fogli informativi e dati di targa dei convertitori fotovoltaici;
- CEI EN 50530 (CEI 82-35) Rendimento globale degli inverter per impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica;
- EN 62116 Test procedure of islanding prevention measures for utility-interconnected photovoltaic inverters;

3) Progettazione fotovoltaica

- CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- UNI 10349-1:2016: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;
-

4) Impianti elettrici e fotovoltaici

- CEI EN 61724 (CEI 82-15): Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;
- EN 62446 (CEI 82-38) Grid connected photovoltaic systems - Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection;
- CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- CEI EN 60445 (CEI 16-2): Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;
- CEI EN 60529 (CEI 70-1): Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- CEI EN 60555-1 (CEI 77-2): Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni;

- CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31): Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti - Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso < = 16 A per fase);
- CEI 13-4: Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica;
- CEI EN 62053-21 (CEI 13-43): Apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2);
- CEI EN 62053-23 (CEI 13-45): Apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3);
- CEI EN 50470-1 (CEI 13-52) Apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparato di misura (indici di classe A, B e C)
- CEI EN 50470-3 (CEI 13-54) Apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 3: Prescrizioni particolari - Contatori statici per energia attiva (indici di classe A, B e C);
- CEI EN 62305 (CEI 81-10): Protezione contro i fulmini, serie;
- CEI 81-3: Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato;
- CEI EN 60099-1 (CEI 37-1): Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata;
- CEI EN 60439 (CEI 17-13): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT), serie;
- CEI 20-19: Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- CEI 20-20: Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- CEI 20-91 Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e 1 500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.

5) Connessione degli impianti fotovoltaici alla rete elettrica

- CEI 0-16 : Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI 0-21: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI EN 50438 (CEI 311-1) Prescrizioni per la connessione di micro-generatori in parallelo alle reti di distribuzione pubblica in bassa tensione;

Per la connessione degli impianti fotovoltaici alla rete elettrica si applica quanto prescritto nella deliberazione n. 99/08 (Testi integrato delle connessioni attive) dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas e successive modificazioni. Si applicano inoltre, per quanto compatibili con le norme sopra citate, i documenti tecnici emanati dai gestori di rete.

CONCLUSIONI

Dovranno essere emessi e rilasciati dall'installatore i seguenti documenti:

- manuale di uso e manutenzione, inclusivo della pianificazione consigliata degli interventi di manutenzione;
- progetto esecutivo in versione "come costruito", corredato di schede tecniche dei materiali installati;
- dichiarazione attestante le verifiche effettuate e il relativo esito;
- dichiarazione di conformità ai sensi del DM 37/2008;
- certificazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la conformità alla norma CEI EN 61215, per moduli al silicio cristallino, e alla CEI EN 61646 per moduli a film sottile;
- certificazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la conformità del convertitore c.c./c.a. alle norme vigenti;
- certificati di garanzia relativi alle apparecchiature installate;
- garanzia sull'intero impianto e sulle relative prestazioni di funzionamento.

La ditta installatrice, oltre ad eseguire scrupolosamente quanto indicato nel presente progetto, dovrà eseguire tutti i lavori nel rispetto della REGOLA DELL'ARTE.